ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>

O Papel do Perfil Longitudinal na atenuação do Potencial de Transporte de Sedimentos em Bacias Hidrográficas: o caso do Parque Estadual de Terra Ronca (GO), Brasil

Yan de Mello Aleixo¹, Márcio Henrique de Campos Zancopé², Luis Felipe Soares Cherem³

¹ Graduando (bolsista IC) em Ciências Ambientais, Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Rua Jacarandá, Qd. 4, Lt. 13, casa 3, 74692-202, Goiânia, GO. Cel. +55 62 9 98192 5502. yanma.095@gmail.com. ² Prof. Dr. Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Rua Jacarandá, s/n, Qd. D, Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, Goiânia/GO, CEP. 74.690-900. Fone +55 62 3521 1184. zancopé@ufg.br (autor correspondente). ³ Prof. Dr. Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Rua Jacarandá, s/n, Qd. D, Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, Goiânia/GO, CEP. 74.690-900. Fone +55 62 3521 1184. luis.cherem@gmail.com.

Artigo recebido em 07/03/2019 e aceito em 25/05/2019

RESUMO

A forma dos perfis longitudinais dos cursos d'água associada à distribuição das planícies aluviais adjacentes permitem identificar trechos com predomínio de processos agradacionais e denudacionais nos sistemas fluviais. Este trabalho identifica trechos dos perfis longitudinais dos rios a montante do Parque Estadual de Terra Ronca, no nordeste do estado de Goiás, que possuem tendências diferentes para transferência de sedimentos para jusante. Os rios cujos perfis longitudinais mais atenuam o potencial de transferência de sedimentos são: o São Vicente, da Lapa e Angélica. A forma dos perfis e a distribuição das planícies aluviais estão intrinsecamente ligados aos compartimentos geomorfológicos da área do Parque Estadual de Terra Ronca e à evolução do relevo regional, influenciando o transporte de sedimentos da rede de drenagem.

Palavras-chave: transporte de sedimentos, planície aluvial, compartimentação geomorfológica.

The Role of the Longitudinal Profile in the attenuation of the Potential of Transport of Sediments in Watersheds: the case of the Terra Ronca State Park (GO), Brazil

ABSTRACT

The shape of the longitudinal profiles of rivers associated with the distribution of the adjacent floodplains allows identifying sections with predominance of aggradational and denudational processes in the fluvial systems. This paper identifies stretches of the longitudinal profiles of the rivers upstream of the Terra Ronca State Park, in the northeast of the state of Goiás, which have different trends to transfer of sediments to downstream. The rivers whose longitudinal profiles more attenuate the sediment transfer potential are: São Vicente, Lapa and Angélica. The shape of the profiles and the distribution of alluvial plains are intrinsically linked to the geomorphological compartments of the Terra Ronca State Park's area and the evolution of the regional relief, influencing the sediment transportation of the fluvial drainage network. Keywords: sediment transportation, alluvial plains, geomorphological compartmentation.

Introdução

A dinâmica dos cursos d'água pode ser analisada em função da carga transportada pela corrente fluvial, bem como pelos sedimentos depositados nas margens e nas planícies fluviais. Esses depósitos são passíveis de serem remobilizados, transportados e novamente depositados, soterrando depósitos preexistentes (Dos Santos e Stevaux, 2017; Leli, Stevaux e Assine, 2018). O transporte da carga sedimentar está relacionado a disponibilidade da energia do

canal (*stream power*) que é influenciada pelo gradiente fluvial, vazão e propriedades dos grãos dos sedimentos (Gartner et al., 2015; Stevaux e Latrubesse, 2017). A combinação dessas variáveis ocorre diferentemente ao longo de um curso d'água, gerando sucessiva ou alternadamente trechos fluviais que predominam aggradação, trechos que predominam erosão e entalhamento do talvegue e, ainda, trechos onde ocorre equilíbrio no balanço sedimentar (Castro, De-Campos e

Zancopé, 2014; Marçal e Lima, 2016; Passos e Soares, 2017).

Os rios, desde a nascente até desembocadura, ou apenas em alguns trechos fluviais, podem ser representados graficamente por um perfil longitudinal, demonstrando a variação do gradiente fluvial (relação entre o comprimento e altimetria do leito). Considera-se que os rios têm a tendência de ajustar a forma do perfil longitudinal a uma curva côncava, com os gradientes maiores próximos as nascentes e os mais suaves próximos a desembocadura (Souza e Arruda, 2015; Blom, Viparelli e Chavarrías, 2016). Perfil longitudinais com esta forma são entendidos como em condição de equilíbrio (Souza e Perez Filho, 2017). Entretanto, fatores litológicos, tectônicos e geomorfológicos podem influenciar a forma do perfil longitudinal. Quando isso ocorre, o perfil apresenta rupturas de declive, antecedidas e sucedidas por trechos que predominam agradação e trechos que predominam erosão e entalhamento do talvegue (Oliveira e Cassol Pinto, 2015; Martins et al., 2017; Cherem et al., 2018). Guedes et al. (2006), Ambili e Narayana (2014), Celarino e Ladeira (2014), Vargas, Fortes e Salamuni (2015) e Pinheiro e Queros Neto (2015) são exemplos de estudos que aplicaram a análise dos perfis longitudinais de rios para avaliar a dinâmica fluvial. Outro exemplo é o estudo de Zancopé, Gonçalves e Bayer (2015) que analisaram a forma dos perfis longitudinais dos afluentes goianos do alto curso superior do Rio Araguaia. Eles verificaram que os trechos dos perfis com gradientes menores estão associados a ocorrência de planícies amplas, enquanto que os trechos com gradientes maiores possuem planícies marginais estreitas. Eles justificaram tal correlação devido aos gradientes reduzidos produzirem baixa energia do canal (*stream power*), favorecendo a deposição da carga sedimentar e construção das planícies marginais. Por outro lado, os trechos com gradientes acentuados apresentam energia do canal elevada, permitindo a transferência eficiente da carga sedimentar aos trechos de jusante, inibindo o desenvolvimento das planícies.

O carste de São Domingos, no nordeste do estado de Goiás, protegido pelo Parque Estadual de Terra Ronca (PETeR), e gerenciado pelo governo goiano, apresenta rios que atravessam seu sistema de cavernas. As cabeceiras de drenagem dos rios do PETeR transportam os sedimentos mobilizados em centenas de feições erosivas e movimentos de massa na escarpa da Serra Geral de Goiás, limite interestadual Goiás-Bahia (Zancopé, Momoli e Bayer, 2013; Rosa, Nunes e Cherem, 2017; Moreira, Cherem e Pôssas, 2017). Devido à proximidade e dinâmica do transporte fluvial, o

material sedimentar produzido na Serra Geral de Goiás pode ser depositado na drenagem criptorréica do carste, similar ao demonstrado por Laureano et al. (2016).

Sistemas cársticos são suscetíveis à acumulação sedimentar, conforme apresentam Piló (2000) e Häuselmann et al. (2015), que aliado a configuração regional torna o carste de São Domingos (PETeR), portanto, um cenário de elevado potencial de impacto. A partir disso, Faquim, Zancopé e Cherem (2017) classificaram a capacidade potencial das redes de drenagem para transferir a carga sedimentar em 1094 sub-bacias a montante do cárste de São Domingos. Eles concluíram que as bacias hidrográficas, de modo geral, apresentam capacidade moderada para levar sua carga sedimentar até as cavernas do PETeR, independente da ordem hierárquica da rede de drenagem. Os autores utilizaram, entre outros parâmetros, o gradiente fluvial total (nascente→desembocadura) das sub-bacias como variável morfométrica ligada a energia do canal. Nesse sentido, as características da paisagem a montante do carste de São Domingos e a dinâmica intrínseca ao transporte fluvial sugerem uma fragilidade elevada ao entulhamento de sedimentos das galerias subterrâneas do PETeR.

Contudo, Faquim, Zancopé e Cherem (2017) não examinaram a morfologia dos perfis longitudinais. O gradiente fluvial total (nascente→desembocadura) pode mascarar as variações no nível de base local, criando armadilhas ao longo de todo o percurso que retém a carga sedimentar em largas planícies aluviais, conforme constatado por Zancopé, Gonçalves e Bayer (2015).

Entre a Serra Geral de Goiás e o cárste de São Domingos, ocorre uma profusão de planícies aluviais com desenvolvimento de veredas ao longo dos rios (Latrubesse e Carvalho, 2006; Mauro, Dantas e Roso, 1982), indicando condições agradacionais naqueles trechos fluviais. A relação entre a forma do perfil longitudinal, os trechos com gradientes reduzidos e a distribuição das planícies aluviais permite verificar a atenuação do transporte de sedimentos mobilizados a partir da Serra Geral de Goiás até os sumidouros das cavernas do PETeR.

Nesse sentido, esse artigo tem como objetivo analisar a forma dos perfis longitudinais dos rios e identificar trechos fluviais a montante dos sumidouros (cavernas) do Parque Estadual de Terra Ronca (PETeR), com propensão para atenuar o transporte de sedimentos, possibilitando também refinar a capacidade potencial das redes de drenagem para transferir a carga sedimentar ao

carste de São Domingos apresentada em estudos anteriores (Faquim, Zancopé e Cherem, 2017).

Material e métodos

Área de estudo

A área de estudo constitui as sub-bacias dos rios desde a escarpa da Serra Geral de Goiás até do carste de São Domingos no Parque Estadual de Terra Ronca (PETeR). A área de estudo localiza-se no nordeste do estado de Goiás, entre os municípios de São Domingos e de Guarani de Goiás (Figura 1 - Localização) e integra parte da rede hidrográfica do Rio Paranã, afluente do Rio Tocantins. As bacias hidrográficas que drenam a área de estudo constituem os cursos superiores do Ribeirão Angélica e dos rios São Vicente, São Mateus, da Lapa, Palmeiras e São Bernardo (Figura 1 - Hidrografia).

A área de estudo apresenta litologias pré-cambrianas pertencentes ao Complexo Almas-Cavalcante e Grupo Bambuí e rochas cretáceas do Grupo Urucuia, distribuídas em faixas de comprimento N-S, organizadas paralelamente de leste para oeste (Figura 1 – Geologia). As rochas do Grupo Urucuia ocorrem a leste da região, enquanto as rochas do Bambuí a oeste. Por vezes, entre esses dois grupos ocorrem afloramentos do embasamento regional, pertencentes ao Complexo Almas/Cavalcante (Lima, 2011). O Grupo Urucuia é formado por arenitos eólicos e fluviais, com cotas altimétricas de 1.050 – 750 m, sustentando a Serra Geral de Goiás, limite interestadual GO-BA (Figura 1 – Hidrografia e Geologia). O Grupo Bambuí (Guacaneme et al., 2017) naquela região é formado por siltitos intercalados por calcários, distribuídos em cotas de 780 – 480 m, sustentando a Serra do Calcário (toponímia regional) e o carste de São Domingos.

Na porção superior das sub-bacias analisadas, afloram os arenitos Urucuia nos leitos dos rios, enquanto que na porção inferior, afloram as rochas do embasamento regional do Complexo Almas/Cavalcante. Os afloramentos do Grupo Bambuí ocorrem a jusante das desembocaduras das sub-bacias analisadas, a leste dos sumidouros do carste de São Domingos.

A região apresenta predominantemente três compartimentos geomorfológicos (Figura 1 – Geomorfologia): Superfície Regional de Aplainamento (SRA), Zona de Erosão Recuante (ZER) e planícies aluviais (Latrubesse e Carvalho, 2006). De acordo com Latrubesse e Carvalho (2006), a SRA constitui uma superfície relativamente plana dentro de um intervalo de cotas altimétricas, gerada por aplainamento policíclico e poligênico, relativamente independente dos controles geológicos regionais. A ZER constitui uma área de relevo dissecado, associado a uma rede de drenagem que recua remontantemente, dissecando uma SRA de cota altimétrica superior e gerando uma SRA de cota inferior. Desse modo, a ZER constitui uma zona de transição entre duas SRA com cotas altimétricas sucessivas.

Em função da escala ampla de mapeamento de Latrubesse e Carvalho (2006), Rosa (2016) subdividiu os compartimentos geomorfológicos para melhor detalhamento na escala regional. Conforme Rosa (2016), a SRA II ocorre a leste do PETeR (altitudes entre 1050 e 900 m), correspondendo ao topo dos chapadões do oeste da Bahia. A ZER(a) compreende a escarpa da Serra Geral de Goiás (toponímia regional), com cotas altimétricas entre 1.050 a 750 m (Figura 2 – Serra Geral). A ZER(b) corresponde a um patamar com dissecação muito fraca embutido no sopé da Serra Geral, com cotas em torno de 780 m. A oeste da área, a ZER(c) apresenta relevo predominantemente ondulado e altitudes variando de 700 a 500 m, com toponímia regional de Serra do Calcário, devido aos afloramentos de rochas do Grupo Bambuí. Nessa ZER(c) ocorre a maior parte do carste de São Domingos, apresentando modelado de dissolução positivo (maciços, verrugas, mogotes, etc.) e negativo (poliês, vales cegos, sumidouros, etc.). No extremo oeste da área, a SRA IV, com altimetria entre 650 a 400 m, é caracterizada por formas de relevo fracamente onduladas a planas e morros residuais. As planícies aluviais constituem modelado de agradiação, compondo veredas em sua maioria, as quais são encontradas predominantemente ao longo dos rios no interior da ZER(b), equivalente ao patamar suavemente dissecado, embutido no sopé da Serra Geral (Rosa, 2016).

Figura 1. Características da área de estudo. Elaborado pelos autores. Fonte: Rosa, 2016; Latrubesse e Carvalho, 2006; Goiás, 2004; Brasil, 2004. UNIDADES GEOLÓGICAS: NQc = coberturas coluviais quaternárias; NQdl = coberturas detríticas lateríticas; K2u = Grupo Urucuaia; NP2bp = Subgrupo Paraopebas; NP2lj = Formação Lagoa do Jacaré (Grupo Bambuí); NP2sh = Formação Serra de Sta. Helena (Grupo Bambuí); NP2sl = Formação Sete Lagoas (Grupo Bambuí); PP12gr = Complexo Almas-Cavalcante. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS: SRA II = Superfície Regional de Aplainamento (de 1020 a 980 m de altitude); SRA IV = Superfície Regional de Aplainamento (de 550 a 420 m de altitude); ZER(a) = Zona de Erosão Recuante (escarpa); ZER(b) = Zona de Erosão Recuante (patamar aplainado suavemente dissecado); ZER(c) = Zona de Erosão Recuante (relevo de dissolução cárstica); ZER(c) - Cânion = Zona de Erosão Recuante (cânions cársticos); Faixa Aluvial = planícies aluviais quaternárias; Poliés = planícies de dissolução cárstica.

Figura 2. Afloramentos do Grupo Bambuí, sustentando a Serra do Calcário (esquerda) e a escarpa da Serra Geral de Goiás (direita). (Fotos: Guilherme Taitson Bueno, 2017).

Metodologia

A metodologia usada para elaborar os perfis longitudinais foi adaptada de Cordeiro et al. (2014), com perfis baseados no cruzamento entre MDT (TOPODATA, 30 m) (INPE, 2011) e rede de drenagem vetorizada (IBGE, 1:100.000) (Goiás, 2004). Dessa forma, gerou-se o perfil longitudinal de cada curso fluvial, cujas informações foram processadas em planilhas computacionais.

Dados georreferenciados sobre geologia, drenagem, sumidouros, bacias hidrográficas, limite do PETeR e limites municipais foram obtidos através da plataforma Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás (SIEG) (Goiás, 2004). Os dados empregados no estudo foram reprojatados em coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), datum SIRGAS 2000, na zona 23S, visando suprimir as distorções das coordenadas geográficas.

Os perfis longitudinais elaborados de cada trecho a montante dos sumidouros foram justapostos a distribuição das planícies aluviais, das formações geológicas e dos compartimentos geomorfológicos regionais. Os trechos horizontalizados dos perfis associados a planícies aluviais marginais amplas sugerem tendência a agradação e redução da capacidade potencial de transferência de sedimentos fluviais. Trechos dos perfis com tendência de redução progressiva das

altitudes do leito em direção de jusante (gradientes fluviais elevados) associados a planícies aluviais marginais estreitas, restritas ou ausentes sugerem tendência ao entalhamento do leito e capacidade potencial elevada de transferência de sedimentos para jusante (Quadro 1). Os trechos fluviais analisados foram classificados em ordem decrescente de capacidade potencial de transferência de sedimentos fluviais.

Resultados e discussão

Ribeirão Angélica

O trecho analisado do perfil longitudinal do Ribeirão Angélica tem em torno de 20 km e pode ser dividido em quatro compartimentos (Figura 3). O primeiro compartimento do perfil longitudinal tem 3 km de extensão com variação altimétrica entre 990 e 740 m e corresponde ao setor que drena sobre a escarpa monoclinal da Serra Geral de Goiás, sustentada pelos arenitos do Grupo Urucuiá. O segundo compartimento tem 6 km de extensão com variação altimétrica de 740 a 715 m e drena sobre sedimentos aluviais quaternários em ambiente de vereda. O trecho composto pelos compartimentos um e dois, assemelha-se ao perfil de equilíbrio, muito embora o controle estrutural da escarpa monoclinal da Serra Geral de Goiás defina uma concavidade que indica a perda abrupta de

energia do canal imediatamente a jusante no ambiente de vereda.

Trecho fluvial analisado				
forma do perfil	planícies aluviais marginais		tendência da dinâmica fluvial	potencial de transferência de sedimentos
Horizontal (gradiente fluvial reduzido)	+ amplas	→	agração	baixo
redução progressiva das altitudes do leito para jusante (gradiente fluvial elevado)	+ estreitas, restritas ou ausentes	→	entalhamento do leito	alto

Quadro 1. Associação entre as variáveis para classificação decrescente da capacidade potencial de transferência de sedimentos. Elaborado pelos autores.

Figura 3. Perfil longitudinal do Ribeirão Angélica e planícies aluviais associadas (Elaborado pelos autores; fonte: INPE, 2011; Rosa, 2016). SRA = superfície regional de aplainamento; ZER = zona de erosão recuante; K2u = rochas do Grupo Urucuaia; NQa = coberturas aluviais quaternárias; PP12gr = rochas cristalinas Complexo Almas-Cavalcante; NP2bp = rochas do Subgrupo Paraopeba (Grupo Bambuí); os números de 1 a 4 correspondem aos compartimentos do perfil longitudinal.

O terceiro compartimento do perfil longitudinal tem 9 km de extensão e variação altimétrica entre 715 e 605, sendo levemente convexo e escalonado por suaves rupturas de

declive, que formam corredeiras no canal, e que drena sobre rochas granitóides do embasamento regional e sedimentares do Grupo Bambuí. O

quarto compartimento tem 2 km de extensão e variação altimétrica entre 605 e 600.

A medida que o rio se aproxima do carste de São Domingos (ponto B na Figura 3), ocorre aumento do gradiente fluvial do perfil longitudinal e da quantidade de afluentes. As planícies aluviais possuem 2,9 km² de área distribuídos ao longo de 6 km do compartimento 2, sendo o trecho de menor gradiente fluvial. Nota-se ainda que o compartimento 2 se encontra nos patamares suavemente dissecados - ZER-b (Figura 3), embutidos no sopé da Serra Geral; enquanto que a jusante, os compartimentos 3 e 4 se encontram

adjacentes aos relevos ondulados do modelado de dissolução da Serra do Calcário (ZER-c).

Faquim, Zancopé e Cherem (2017) verificaram que as sub-bacias do Angélica possuem um potencial de transferência de sedimentos médio a alto. Porém, constatamos a presença de um trecho longo do perfil com gradiente fluvial reduzido associado a uma extensa planície aluvial, o qual sugere uma atenuação na transferência de sedimentos para jusante. Isso indica que o canal do Ribeirão Angélica deve fornecer uma quantidade menor de sedimentos alóctones ao seu sistema de cavernas do que o previsto por Faquim, Zancopé e Cherem (2017).

Figura 4. Perfil do Rio São Vicente (Elaborado pelos autores; fonte: INPE, 2011; Rosa, 2016). SRA = superfície regional de aplainamento; ZER = zona de erosão recuante; K2u = rochas do Grupo Urucua; NQa = coberturas aluviais quaternárias; PP12gr = rochas cristalinas Complexo Almas-Cavalcante; NP2bp = rochas do Subgrupo Paraopeba (Grupo Bambuí); os números de 1 a 3 correspondem aos compartimentos do perfil longitudinal.

São Vicente

O trecho analisado do perfil longitudinal do Rio São Vicente tem em torno de 26 km e pode ser dividido em três compartimentos (Figura 4). O primeiro compartimento do perfil longitudinal tem cerca de 4 km de extensão, variação altimétrica de 960 e 780 m de altitude e drena sobre os arenitos da escarpa monoclinal da Serra Geral de Goiás. O

segundo compartimento tem cerca de 14 km, variação altimétrica entre 770 e 720 m e drena sobre os sedimentos aluviais quaternários em ambiente de vereda. O trecho composto pelos compartimentos um e dois, assim como no Ribeirão Angélica, assemelha-se ao perfil de equilíbrio, muito embora o controle estrutural da

escarpa monoclinal indique perda abrupta de energia do canal ao alcançar o ambiente de vereda.

O terceiro compartimento tem 8 km de extensão, variação altimétrica média entre 720 e 620 m e drena sobre rochas granitóides do embasamento regional e sedimentares do Grupo Bambuí. O perfil é levemente convexo e escalonado com rupturas de declive, que formam numerosas corredeiras no canal (Figura 4), assim como o Ribeirão Angélica.

Ao se aproximar do carste de São Domingos (ponto B, Figura 4), o perfil também tem seu gradiente fluvial elevado e maior número de afluentes, comparado aos trechos montantes do perfil. As planícies aluviais ocupam 14,5 km², distribuídos num trecho de 9,5 km do perfil do S. Vicente no interior dos patamares suavemente dissecados, embutidos na Serra Geral (ZER-b). O trecho do perfil mais próximo ao carste se encontra nos relevos ondulados do modelado de dissolução da Serra do Calcário (ZER-c).

O potencial de transferência de sedimentos das sub-bacias contribuintes do sistema S. Vicente, conforme Faquim, Zancopé e Cherem (2017) foi médio nos patamares suavemente dissecados (ZER-b), embutidos na Serra Geral. Porém, a desembocadura das sub-bacias nesse patamar aplainado está localizada no trecho do perfil com gradiente fluvial menor e ampla planície aluvial. Esse potencial moderado de transferência de sedimentos, nesta posição do perfil, pode explicar o tamanho daquela planície (a maior entre as bacias estudadas). Por outro lado, os potenciais de transferência de sedimentos das sub-bacias do trecho do perfil junto ao carste (ponto B, Figura 4) são baixos, apesar do gradiente fluvial maior e do número maior de sub-bacias afluentes comparado aos trechos montantes. A forma do perfil e a distribuição das planícies, aliado a distribuição dos potenciais de transferência de sedimentos (Faquim, Zancopé e Cherem, 2017), sugere que o transporte da carga sedimentar do S. Vicente é atenuado, similar ao caso do Ribeirão Angélica, anteriormente discutido.

São Mateus

O trecho analisado do perfil longitudinal do Rio São Mateus tem em torno de 18 km e pode ser dividido em quatro compartimentos (Figura 5). O primeiro compartimento do perfil longitudinal tem 2,5 km de extensão com variação altimétrica entre 1.110 e 800 m e corresponde ao trecho que drena sobre a escarpa monoclinal arenítica. O segundo compartimento tem 8,5 km de extensão

com variação altimétrica de 810 a 710 m e drena sobre sedimento aluvial quaternário em ambiente de vereda. O terceiro compartimento tem 6 km de extensão e variação altimétrica entre 700 e 620, sendo retilíneo e drenando sobre rochas granitóides do embasamento regional e sedimentares do Grupo Bambuí. O quarto compartimento tem 1 km de extensão e variação altimétrica entre 620 e 615. O perfil longitudinal do canal não se assemelha a um perfil de equilíbrio, não havendo um trecho horizontalizado (Figura 5).

As planícies aluviais ocupam 2,41 km², distribuídos em 8,46 km na parte superior do perfil longitudinal. As sub-bacias contribuintes do sistema S. Mateus apresentam potenciais de transferência de sedimentos variando de médio a baixo (Faquim, Zancopé e Cherem, 2017). Embora a posição das planícies seja similar a dos perfis anteriores, a forma do perfil do S. Mateus não sugere haver uma possibilidade de atenuação no potencial de transferência de sedimentos para jusante (Ponto B, Figura 5).

Rio da Lapa

O trecho analisado do Rio da Lapa (Figura 6) apresentou o perfil longitudinal com 17 km de extensão e que também pode ser dividido em três compartimentos. O primeiro compartimento do perfil longitudinal tem 1,5 km de extensão, variação altimétrica entre 1.000 e 780 m, drenando sobre a escarpa monoclinal da Serra Geral de Goiás. O segundo compartimento tem 8,5 km e variação altimétrica entre 780 e 720 m drenando sobre sedimento aluvial quaternário em ambiente de vereda. Assim como nos outros canais, o trecho composto pelos compartimentos um e dois, assemelha-se ao perfil de equilíbrio que é interrompido com o início do terceiro compartimento. O terceiro compartimento tem 7 km, variação altimétrica de 720 a 600 m drenando sobre rochas granitóides do embasamento e sedimentares do Grupo Bambuí. Nesse compartimento o perfil longitudinal volta a ser convexo tendo diversos trechos de corredeiras e uma cachoeira.

O trecho do perfil com gradiente fluvial menor e a ocorrência de planícies aluviais amplas na porção superior mostra relação similar ao visto nos rios Angélica e S. Vicente. Do mesmo modo, a medida que o Rio Lapa se aproxima do carste de São Domingos (ponto B na Figura 6) ocorre aumento do gradiente fluvial do perfil longitudinal e da quantidade de afluentes.

Figura 5. Perfil do Rio São Mateus (Elaborado pelos autores; fonte: INPE, 2011; Rosa, 2016). SRA = superfície regional de aplainamento; ZER = zona de erosão recuante; K2u = rochas do Grupo Urucuia; NQa = coberturas aluviais quaternárias; PP12gr = rochas cristalinas Complexo Almas-Cavalcante; NP2bp = rochas do Subgrupo Paraopeba (Grupo Bambuí); os números de 1 a 4 correspondem aos compartimentos do perfil longitudinal.

Figura 6. Perfil do Rio da Lapa (Elaborado pelos autores; fonte: INPE, 2011; Rosa, 2016). SRA = superfície regional de aplainamento; ZER = zona de erosão recuante; K2u = rochas do Grupo Urucuia; NQa =

coberturas aluviais quaternárias; PP12gr = rochas cristalinas Complexo Almas-Cavalcante; NP2bp = rochas do Subgrupo Paraopeba (Grupo Bambuí); os números de 1 a 3 correspondem aos compartimentos do perfil.

Os potenciais de transferência de sedimentos das sub-bacias do Rio da Lapa (Faquim, Zancopé e Cherem, 2017) nos patamares suavemente dissecados (ZER-b), embutidos na Serra Geral é similar ao caso do Rio S. Vicente, anteriormente mostrado. Isso pode explicar os 6,53 km² da sua planície naquele trecho do perfil (ZER-b), a segunda maior entre as bacias estudadas (menor apenas que a planície do S. Vicente). Similar também são os baixos potenciais de transferência de sedimentos no trecho do perfil próximo ao carste, apesar do gradiente fluvial

acentuado do perfil e do maior número de afluentes, se comparados aos trechos a montante.

Rio Palmeiras

O trecho analisado do perfil longitudinal do Rio Palmeiras tem em torno de 16 km e pode ser dividido em quatro compartimentos (Figura 7). O primeiro compartimento do perfil longitudinal tem 2,5 km de extensão com variação altimétrica entre 1.000 e 800 m e corresponde ao trecho que drena sobre a escapa monoclinal sustentada pelos arenitos do Grupo Urucuia.

Figura 7. Perfil do Rio Palmeiras (Elaborado pelos autores; fonte: INPE, 2011; Rosa, 2016). SRA = superfície regional de aplainamento; ZER = zona de erosão recuante; K2u = rochas do Grupo Urucuia; NQa = coberturas aluviais quaternárias; PP12gr = rochas cristalinas Complexo Almas-Cavalcante; NP2bp = rochas do Subgrupo Paraopeba (Grupo Bambuí); os números de 1 a 4 correspondem aos compartimentos do perfil longitudinal.

O segundo compartimento tem 6,5 km de extensão com variação altimétrica de 800 a 730 m e drena sobre sedimento aluvial quaternário em ambiente de vereda. O terceiro compartimento tem 7 km de extensão e variação altimétrica entre 730 e

620, sendo retilíneo e drenando sobre rochas granitóides do embasamento regional e sedimentares do Grupo Bambuí. O quarto compartimento tem 0,5 km de extensão e variação altimétrica em menos de 5 metros. Assim como o

Rio São Mateus, o perfil longitudinal do canal não se assemelha a um perfil de equilíbrio, não havendo um trecho horizontalizado.

As planícies aluviais ocupam 3 km², distribuídos em 6 km na parte superior do perfil longitudinal. As sub-bacias contribuintes do sistema Palmeiras apresentam potenciais de transferência de sedimentos variando de médio a baixo (Faquim, Zancopé e Cherem, 2017).

Rio São Bernardo

O trecho analisado do perfil longitudinal do Rio São Bernardo tem em torno de 16 km e pode ser dividido em quatro compartimentos (Figura 8). O primeiro compartimento do perfil longitudinal tem 1,5 km de extensão com variação altimétrica entre 1.000 e 805 m e corresponde ao trecho que drena sobre a escapa monoclinal sustentada pelos

arenitos do Grupo Urucuia. O segundo compartimento tem 6 km de extensão com variação altimétrica de 800 a 740 m e drena sobre sedimento aluvial quaternário em ambiente de vereda. O terceiro compartimento tem 8 km de extensão e variação altimétrica entre 740 e 630, sendo retilíneo e drenando sobre rochas granitóides do embasamento e sedimentares do Grupo Bambuí. O quarto compartimento tem 0,5 km de extensão e variação altimétrica em menos de 5 metros. Assim como os Rios São Mateus e Palmeiras, não há nenhum trecho horizontalizado (Figura 8).

As planícies aluviais ocupam 3,5 km², distribuídos em 6,5 km na parte superior do perfil longitudinal. As sub-bacias contribuintes do sistema São Bernardo apresentam potenciais de transferência de sedimentos, em geral, altos (Faquim, Zancopé e Cherem, 2017).

Figura 8. Perfil do Rio São Bernardo (Elaborado pelos autores; fonte: INPE, 2011; Rosa, 2016). SRA = superfície regional de aplainamento; ZER = zona de erosão recuante; K2u = rochas do Grupo Urucuia; NQa = coberturas aluviais quaternárias; PP12gr = rochas cristalinas Complexo Almas-Cavalcante; NP2bp = rochas do Subgrupo Paraopeba (Grupo Bambuí); os números de 1 a 4 correspondem aos compartimentos do perfil longitudinal.

Reavaliação da capacidade de transferência de sedimentos

Considerando as formas dos perfis longitudinais, os comprimentos dos trechos horizontalizados dos perfis e as dimensões das planícies aluviais adjacentes, a forma dos perfis dos

rios estudados, de fato, afeta a transferência de sedimentos produzidos na escapa da Serra Geral de Goiás para o sistema cárstico a jusante (PETeR). Os fatos que sustentam esta afirmação são: (1) o compartimento dois dos perfis longitudinais constitui o trecho de menor gradiente fluvial para todos os trechos dos rios analisados neste estudo; (2) os trechos dos rios no compartimento dois dos perfis longitudinais estão contidos no compartimento geomorfológico dos patamares aplainados suavemente dissecados, embutidos no sopé da Serra Geral; (3) os trechos dos rios no compartimento dois possuem menor densidade hidrográfica (quantidade de canais por área), ou seja, menor quantidade de afluentes; e (4) os trechos dos rios no compartimento dois possuem extensas planícies aluviais adjacentes,

demonstrando predomínio da ação agradacional atual e subatual.

Desse modo, os canais que drenam para o Parque Estadual de Terra Ronca se organizam em dois agrupamentos: (1) canais com gradiente fluvial elevado no compartimento dois (rios São Mateus, São Bernardo e Palmeiras); (2) canais com gradiente fluvial baixo no compartimento dois (rios Lapa, São Vicente e Ribeirão Angélica). Os rios do primeiro grupo, com gradiente elevado, não teriam a transferência sedimentar atenuada, enquanto nos rios do segundo grupo, com trechos horizontalizados, há favorecimento de agradação no compartimento dois, atenuando o transporte da carga sedimentar para o carste. Classificando de forma contínua a atenuação do transporte de sedimentos, chega-se a série apresentada no Quadro 2.

Atenuação da capacidade potencial de transferência da carga de sedimentos	
+	Rio São Vicente
	Ribeirão Angélica
	Rio da Lapa
	Rio São Bernardo
	Rio Palmeiras
-	Rio São Mateus

Quadro 2. Classificação dos rios estudados quanto a atenuação da transferência de sedimentos. Elaborado pelos autores.

As classificações apresentadas no Quadro 2 baseiam-se na premissa que trechos horizontalizados dos perfis longitudinais dos cursos d'água, associados a extensas planícies aluviais adjacentes, constituem zonas agradacionais dos sistemas fluviais; ao passo que trechos dos perfis com gradiente fluvial acentuado, associados a planícies estreitas, de áreas restritas ou ausentes, indicam zonas denudacionais, predominando transferência da carga sedimentar de montante para jusante ou entalhamento do leito fluvial (Stevaux e Latrubesse, 2017; Celarino e Ladeira, 2014; Guedes et al., 2006; Ambili e Narayana, 2014; Zancopé, Perez Filho e Carpi Jr, 2009).

Os resultados convergem com as conclusões de Tooth et al. (2002), Zancopé, Perez Filho e Carpi Jr. (2009) e Zancopé, Gonçalves e Bayer (2015). Os rios estudados por eles constroem suas

planícies aluviais para ajustar a dinâmica do transporte fluvial à forma de cada trecho do perfil longitudinal; sendo cada trecho controlado por estruturas geológicas e litologias subjacentes. No caso dos rios do PETeR, a ação recuante das cabeceiras colabora com a regressão da escarpa arenítica da Serra Geral de Goiás, transportando os sedimentos gerados para jusante. Porém, as rochas cristalinas do Complexo Almas/Cavalcante funcionam como nível de base para os compartimentos um e dois dos perfis longitudinais dos rios estudados. Por serem mais resistentes que os arenitos a montante, as rochas cristalinas inibem o entalhamento do leito, gerando os trechos horizontalizados (gradiente reduzido e pouca energia do canal) do compartimento dois. Nesses trechos horizontalizados, o transporte dos sedimentos é atenuado, depositando e construindo as planícies aluviais e veredas encontradas nos

compartimentos dois. A jusante dos compartimentos dois, a solubilização das rochas carbonáticas do Grupo Bambuí pela espeleogênese atual e subatual do carste, promove o rebaixamento do nível de base dos compartimentos três e quatro dos perfis longitudinais dos rios estudados, entalhando os leitos remontantemente. Por isso, os compartimentos três e quatro apresentam gradientes maiores, corredeiras e cachoeiras e planícies aluviais restritas ou ausentes.

A medida que nível de base no carste é rebaixado, aumenta o gradiente dos compartimentos três e quatro, incrementa a energia do canal e o potencial de transferência de sedimentos, inibindo a construção das planícies. Guardando as devidas proporções escalares, a dinâmica fluvial dos rios do PETeR assemelha-se a dinâmica encontrada por Tooth et al. (2002) e Zancopé, Perez Filho e Carpi Jr. (2009).

Considerações finais

A forma dos perfis longitudinais dos rios, a distribuição das planícies aluviais e o fornecimento de sedimentos alóctones ao Parque Estadual de Terra Ronca (PETeR) pelos rios da rede de drenagem à montante do carste de São Domingos estão intrinsecamente ligados a distribuição dos compartimentos geomorfológicos da área de estudo e evolução do relevo regional. Os trechos superiores dos perfis longitudinais apresentam gradientes fluviais elevados e planícies ausentes, pois constituem as cabeceiras junto à escarpa da Serra Geral de Goiás em sua ação recuante. Quando os rios alcançam o compartimento dos patamares suavemente dissecados, embutidos na Serra Geral, os gradientes fluviais dos perfis se reduzem significativamente, favorecendo a aggradação dos sedimentos produzidos na escarpa, por meio da construção de planícies aluviais extensas e desenvolvimento de veredas. À medida que os rios se aproximam do compartimento do modelado de dissolução (carste de S. Domingos/PETeR), os perfis aumentam seu gradiente fluvial, associado à denudação do relevo no carste e entalhamento remontante da rede de drenagem, consumindo as planícies aluviais e as veredas imediatamente a montante.

A forma dos perfis longitudinais dos cursos d'água comprovadamente contribui para a análise da dinâmica fluvial. Dessa forma, os resultados deste trabalho aprimoram as conclusões de Faquim, Zancopé e Cherem (2017). A dificuldade dos estudos das formas dos perfis longitudinais reside na ausência de cartas topográficas em escala adequada ou na incompatibilidade entre as fontes de obtenção dos dados altimétricos e de confecção da rede de drenagem, de modo a elaborar perfis

fiéis a realidade dos sistemas fluviais analisados. Apesar dos problemas encontrados na elaboração dos perfis longitudinais, os resultados permitiram constatar trechos distintos dos rios, revelando a tendência entre transporte e deposição em cada trecho.

Recomenda-se estudos na direção de obter dados altimétricos mais precisos que os modelos digitais gerados automaticamente por sensores remotos e de levantamento e monitoramento da carga sedimentar nas seções transversais dos cursos d'água a montante do carste de São Domingos no Parque Estadual de Terra Ronca (PETeR), seja para superar os conflitos entre as fontes de dados, seja para verificar as tendências no transporte de sedimentos observadas neste artigo e em Faquim, Zancopé e Cherem (2017), ou para a gestão do uso e ocupação do entorno e zona de amortecimento do PETeR.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq, pelo apoio financeiro aos projetos de pesquisa (Edital Universal MCTI-CNPq n. 14/2014; processos n. 461.869/2014-4 e 462.421/2014-7; vigência: 19/11/2014 a 31/11/2018) e à Universidade Federal de Goiás (UFG), pela concessão de bolsa do Programa Institucional de Iniciação Científica, os quais permitiram a realização deste trabalho. Também agradecemos à Gerência de Compensação Ambiental e Áreas Protegidas da Secretaria do Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos do Estado de Goiás, pela autorização para realização das pesquisas no interior do Parque Estadual de Terra Ronca. Agradecemos ainda apoio do projeto CAPES/COFECUB n. 896/15.

Referências

- Ambili, V., Narayana, A. C., 2014. Tectonic effects on the longitudinal profiles of the Chaliyar River and its tributaries, southwest India. *Geomorphology* [Online] 217. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2014.04.013>. Acesso: 22/03/2019.
- BRASIL. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV, 2004. Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE. Brasília. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html>. Acesso: 12/10/2016.
- Blom, A., Viparelli, E., Chavarriás, V., 2016. The graded alluvial river: Profile concavity and

- down stream fining. *Geophysical Research Letters* [Online] 43. Disponível: <https://doi.org/10.1002/2016GL068898>. Acesso: 22/03/2019.
- Castro, W. S., De-Campos, A. B., Zancopé, M. H. C., 2014. Migração do canal na planície fluvial do rio claro – Bacia do Rio Araguaia, Goiás, Brasil. *Geonorte* [Online] 10. Disponível: <http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1574>. Acesso: 22/03/2019.
- Celarino, A. L. S., Ladeira, F. S. B., 2014. Análise morfométrica da bacia do Rio Pardo (MG e SP). *Revista Brasileiro da Geomorfologia* [Online] 15. Disponível: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v15i3.472>. Acesso: 06/06/2018.
- Cherem, L. F. S., Silva, G. B., Zancopé, M. H. C., Rosa, L. E., 2018. Controle litoestrutural na morfologia holocênica de planície e canal no alto curso do Rio Meia Ponte (Goiás). *Revista Brasileira de Geomorfologia* [Online] 19. Disponível: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v19i4.1456>. Acesso: 22/03/2019.
- Cordeiro, P. F., Freitas, M. D. F. P. P., Melo, M. C., Ferreira, H. L. M., Castro, P. T. A., 2014. Desenvolvimento de metodologia digital para representação do perfil longitudinal de cursos de água. *Revista Geonorte* [Online] 5. Disponível: <http://periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1558>. Acesso: 06/06/2018.
- Dos Santos, V. C., Stevaux, J. C., 2017. Processos fluviais e morfologia em confluências de canais: uma revisão. *Revista Brasileira de Geomorfologia* [Online] 18. Disponível: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v18i1.1042>. Acesso: 22/03/2019.
- Faquim, A. C. S., Zancopé, M. H. C., Cherem, L. F. S., 2017. Sediment transport potential of contributing basins of Terra Ronca's karst system. *Boletim Goiano de Geografia* [Online] 37. Disponível: <https://doi.org/10.5216/bgg.v37i3.50765>. Acesso: 06/06/2018.
- Gartner, J. D., Dade, W. B., Renshaw, C. E., Magillan, F. J.; Burass, E. M., 2015. Gradients in stream power influence lateral and downstream sediment flux in floods. *Geology* [Online] 43. Disponível: <https://doi.org/10.1130/G36969.1>. Acesso: 22/03/2019.
- GOIÁS, 2004. Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás. Governo do Estado de Goiás, Gabinete Civil da Governadoria, Superintendência da Legislação. Goiânia, GO. Disponível: <http://www.sieg.go.gov.br/>. Acesso: 20/09/2016.
- Guacaneme, C., Babinski, M., Paula-Santos, G. M., Pedrosa-Soares, A. C., 2017. C, O, and Sr isotopic variations in Neoproterozoic-Cambrian carbonate rocks from Sete Lagoas Formation (Bambuú Group), in the Southern São Francisco Basin, Brazil. *Brazilian Journal of Geology* [Online] 47. Disponível: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-48892017000300521. Acesso: 23/03/2019.
- Guedes, I. C., Santoni, G. C., Etchebehere, M. L. C., Stevaux, J. C., Morales, N., Saad, A. R., 2006. Análise de perfis longitudinais de drenagens da bacia do rio Santo Anastácio (SP) para detecção de possíveis deformações neotectônicas. *Revista Geociências da Universidade de Guarulhos* [Online] 5. Disponível: <http://revistas.ung.br/index.php/geociencias/article/view/98>. Acesso: 06/06/2018.
- Häuselmann, P., Mihec, A., Pruner, P., Horáček, I., Cermák, S., Hercman, H., Sahy, D., Fiebig, M., Hajna, N. Z., Bosák, P., 2015. Snežna jama (Slovenia): Interdisciplinary dating of cave sediments and implication for landscape evolution. *Geomorphology* [Online] 247. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2014.12.034>. Acesso: 22/09/2019.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais., 2011. TOPODATA - Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. Disponível: www.dsr.inpe.br/topodata/. Acesso: 20/09/2016.
- Latrubesse, E. M., Carvalho, T. M., 2006. Mapa geomorfológico do estado de Goiás e Distrito Federal. Goiás (Estado): SIC.
- Laureano, F. V., Karmann, I., Granger, D. E.; Auler, A. S., Almeida, R. P., Cruz, F. W., Stricks, N. M., Novello, V. F., 2016. Two million years of river and cave aggradation in NE Brazil: implications for speleogenesis and landscape evolution. *Geomorphology* [Online] 273. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.08.009>. Acesso: 06/06/2018.
- Leli, I. T., Stevaux, J. C., Assine, M., 2018. Genesis and sedimentary record of blind channel and islands of the anabranching river: An evolution model. *Geomorphology* [Online] 302. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.05.001>. Acesso: 22/03/2019.

- Lima, O. N. B., 2011. Estratigrafia isotópica e evolução sedimentar do Grupo Bambuí na borda ocidental do Cráton do São Francisco: implicação tectônica e paleo-ambiental. Tese (Doutorado Geologia). Brasília, IG-UNB. Disponível: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/10962>. Acesso: 23/03/2019.
- Marçal, M. S., Lima, R. N. S., 2016. Abordagens conceituais contemporâneas na Geomorfologia Fluvial. Espaço Aberto [Online] 6. Disponível: <https://revistas.ufjf.br/index.php/EspacoAberto/article/view/5236/3846>. Acesso: 21/03/2019.
- Martins, A. A., Cabral, J., Cunha, P. P., Stokes, M., Borges, J., Caldeira, B., Martins, A. C., 2017. Tectonic and lithological controls on fluvial landscape development in central-eastern Portugal: Insights from long profile tributary stream analyses. *Geomorphology* [Online] 276. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.10.012>. Acesso: 22/03/2019.
- Mauro, C. A., Dantas, M., Roso, F. A., 1982. Geomorfologia, in: Brasil, Ministério das Minas e Energia, Projeto RADAMBRASIL Folha SD 23 Brasília. Rio de Janeiro, pp. 205-296.
- Moreira, H. G. B., Cherem, L. F. S., Pôssas, I. B., 2017. Relação da distribuição de feições gravitacionais e feições erosivas na cuesta da Serra Geral com processos naturais e antrópicos: resultados preliminares, in: Simpósio Brasileiro De Geografia Física, 17. Campinas (SP). Anais. Campinas: UNICAMP. p. 6491-6495. Disponível: <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2352>. Acesso: 08/09/2018.
- Oliveira, K. A.; Cassol Pinto, M. L., 2015. Correlação morfoestrutural da rede de drenagem na bacia do alto curso do Rio Pitangui – Paraná. *Geogingá* [Online] 7. Disponível: <http://periodicos.uem.br/laboratorio/ojs/index.php/Geoginga/article/view/27780/15352>. Acesso: 22/03/2019.
- Passos, M. S., Soares, E. A. A., 2017. Análise multitemporal do sistema fluvial Solimões-Amazonas entre os tributários Purus e Negro, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geologia USP, Série Científica* [Online] 17. Disponível: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v17-324>. Acesso: 22/03/2019
- Piló, L. B., 2000. Geomorfologia cárstica. *Revista Brasileira de Geomorfologia* [Online] 1. Disponível: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v1i1.73>. Acesso: 20/09/2016.
- Pinheiro, M. R., Queiroz Neto, J. P., 2015. Neotectônica e evolução do relevo da região da Serra de São Pedro e do baixo Piracicaba / Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia* [Online] 16. Disponível: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v16i4.668>. Acesso: 22/03/2019.
- Rosa, L. E., 2016 Interfaces entre unidades de conservação e bacias hidrográficas na região de Terra Ronca. Dissertação (Mestrado Geografia). Goiânia, IESA-UFG. Disponível: <http://200.137.217.159/index.php/component/jdownloads/download/64-2016/352-lucas-espindola-rosa>. Acesso: 26/02/2019
- Rosa, L. E. Nunes, E. D. Cherem, L. F. S., 2017. Indicadores naturais e antrópicos da dinâmica dos movimentos de massa do município de Posse (GO). *Ateliê Geográfico* [Online] 11. Disponível: <https://doi.org/10.5216/ag.v11i1.43420>. Acesso: 11/01/2019.
- Souza, A. O., Arruda, E. M., 2015. Anomalias de drenagem no Ribeirão dos Rodrigues: Contribuições sobre a geomorfologia da região de Sorocaba-SP. *Revista do Departamento de Geografia* [Online] 29. Disponível: <https://doi.org/10.11606/rdg.v29i0.102086>. Acesso: 22/03/2019.
- Souza, A. O., Perez Filho, A., 2017. Aplicação do Ksn Index e do SL Index no Estudo dos knickpoints no perfil longitudinal do Rio Ribeira de Iguape-SP. *Revista do Departamento de Geografia* [Online] especial. Disponível: <https://doi.org/10.11606/rdg.v0ispe.132180>. Acesso: 22/03/2019.
- Stevaux, J. C., Latrubesse, E. M., 2017. *Geomorfologia fluvial*. São Paulo: Of. de Textos.
- Tooth, S., McCarthy, T. S., Brandt, D., Hancox, P. J.; Morris, R., 2002. Geological controls on the formation of alluvial meanders and floodplain wetlands: the example of the Klip River, Eastern Free State, South Africa. *Earth Surface Processes and Landforms* [Online] 27. Disponível: <https://doi.org/10.1002/esp.353>. Acesso: 21/01/2019.
- Vargas, K. B., Fortes, E., Salamuni, E., 2015. Análise morfoestrutural da bacia Do Ribeirão Água Das Antas – PR. *Ra'e Ga* [Online] 34. Disponível: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/37358/26209>. Acesso: 22/03/2019.
- Zancopé, M. H. C., Gonçalves, P. E., Bayer, M., 2015. Potencial de transferência de sedimentos e suscetibilidade a assoreamentos da rede hidrográfica do alto Rio Araguaia. *Boletim Goiano de Geografia* [Online] 35. Disponível: <https://doi.org/10.5216/bgg.v35i1.35488>. Acesso: 15/01/2018.

Zancopé, M. H. C., Momoli, R. S., Bayer, M.,
2013. Movimentos de massa nas nascentes do
rio São Vicente, Parque Estadual Terra Ronca.
Relatório técnico nº 16/2013 – GAP/SUCON.
Goiânia.

Zancopé, M. H. C., Perez Filho, A., Carpi Jr, S.,
2009. Anomalias na forma do perfil longitudinal

e migração dos meandros do Rio Mogi Guaçu.
Revista Brasileira de Geomorfologia [Online]
10. Disponível:
<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v10i1.115>.
Acesso: 25/02/2016.