



Reorganização fluvial em paisagens serranas: análise preliminar da interação entre processos gravitacionais e fluviais na Serra da Prata, litoral do Paraná

Fluvial reorganization in mountain landscapes: preliminary analysis of the interaction between gravitational and fluvial processes in Serra da Prata, coast of Paraná (southern Brazil)

Otacílio Lopes de Souza da Paz* · Eduardo Vedor de Paula

Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Ambientais (LAGEAMB), Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

E-mail: edugeo@ufpr.br

*E-mail para correspondência: otacilio.paz@gmail.com

Recebido (Received): 16/06/2022

Aceito (Accepted): 03/08/2023

Resumo: Corridas de lama e detritos são eventos que podem resultar em expressivas mudanças nos sistemas fluviais. Apesar desses eventos serem frequentemente relatados na literatura, sobretudo, na Serra do Mar, a abordagem da interação processos gravitacionais e processos fluviais ainda é tema em aberto no campo da Geomorfologia. Assim, considerando a Serra da Prata (litoral do Paraná) como recorte de estudo, objetiva-se analisar as reorganizações fluviais impostas pelas corridas de lama e detritos ocorridas em março de 2011, a partir da análise temporal da forma em planta de três canais fluviais (rios Jacareí, Tingidor e Santa Cruz) obtidos por dados de sensoriamento remoto. Para tal, foi proposta uma classificação de processos de reorganização fluvial considerando a interação entre processos fluviais e gravitacionais. Foram identificados 12 pontos de reorganização fluvial, divididos entre os processos de formação de canais (7), corte/desvio (4) e captura (1). O rio Jacareí apresentou o maior número de pontos de reorganização fluvial (7). Os processos de formação de canais e corte/desvio ocorreram tanto em porções elevadas do relevo (com alta declividade) como em trechos da planície de inundação. O processo de captura ocorreu na porção média das vertentes da Serra da Prata em função do rompimento de margens pelas corridas de lama e detritos. Recomenda-se que sejam realizados estudos visando identificar estes processos em outros rios da Serra do Mar afetados por corridas de lama e detritos, bem como os debates sobre os conceitos empregados para analisar estas mudanças resultantes da interação de processos gravitacionais e fluviais.

Palavras-chave: Movimentos de massa; Fluxos de massa; Morfodinâmica fluvial.

Abstract: *Mud and debris flows are high-magnitude and low-frequency events that can result in significant changes in river systems. However, although these events are frequently reported, especially in Serra do Mar (coast of Brazil), the analysis of the interaction of gravitational processes and fluvial processes is still an open topic. In this paper, we analyze the river reorganizations imposed by the mud and debris flows that occurred in March 2011 in Serra da Prata (coast of Paraná, southern Brazil), from the temporal analysis of planform three river channels (Jacareí, Tingidor and Santa Cruz rivers) obtained by remote sensing data. A classification of fluvial reorganization processes was proposed considering the interaction between fluvial and gravitational processes. 12 points of fluvial reorganization were identified, divided between the processes of channel formation (7), cut/diversion (4) and fluvial capture (1). The Jacareí River presented the highest number of fluvial reorganization points (7). The processes of channel formation and cut/diversion occurred both in elevated areas with high slope and in the floodplain. The capture process occurred in the middle portion of the slopes of Serra da Prata due to the rupture of banks by the mud and debris flows. It is recommended that studies be carried out to identify these processes in other rivers of Serra do Mar affected by mud and debris flows, as well as debates on the concepts used to analyze these changes resulting from the interaction of gravitational and fluvial processes.*

Keywords: Landslides; Mass wasting; River morphodynamics.

1. Introdução

Os conceitos de frequência e magnitude são importantes para compreender o impacto de dado evento extremo em um sistema geomorfológico. Eventos de elevada magnitude têm um considerável potencial para transformar um sistema geomorfológico, embora ocorram com baixa frequência. Por outro lado, eventos de pequena magnitude ocorrem com alta frequência, desempenhando um papel importante na dinâmica e manutenção do sistema (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017).

Na Geomorfologia Fluvial, os conceitos de magnitude e frequência podem ser observados analisando o comportamento da variável vazão. A vazão é uma característica fundamental da dinâmica fluvial, sendo diretamente influenciada pelo regime de chuvas. Considerados os eventos pluviométricos médios, a vazão apresenta alta frequência e baixa magnitude na transformação do sistema fluvial. Em caso de eventos extremos pluviométricos, a vazão pode aumentar consideravelmente, ampliando o poder erosivo do rio e geralmente ocasionando inundações. Neste cenário, apesar do evento ter uma baixa frequência, ele apresenta um alto poder transformador em comparação ao primeiro cenário, gerando mudanças instantâneas no sistema.

Aliado aos conceitos já explanados e ainda dentro da Teoria Geral de Sistemas, a retroalimentação é entendida como a resposta de dado sistema a mudanças em uma variável, através de ajustes (CHARLTON, 2007; STEVAUX; LATRUBESSE, 2017). Em estudos que abordam os canais fluviais, é comum encontrar trabalhos relacionando, por exemplo, atividades antrópicas e as mudanças climáticas, refletidas em alterações na carga sedimentar ou no regime hidrológico, com ajustes de canais (ASSIS, 2011; ASSUMPÇÃO; MARÇAL, 2012; KLEINA, 2015). Tais mudanças estão relacionadas à capacidade de adaptação dos sistemas fluviais (BRIERLEY; FRYIRS, 2013).

As corridas de lama e detritos são eventos extremos com um elevado poder de transformação do sistema, caracterizados por uma baixa frequência. Na literatura, são encontrados exemplos de estudos que descrevem a reorganização e ajustes fluviais após a ocorrência desses movimentos de massa. Autores como Ortega e Heydt (2009) e Paz e Paula (2021) relataram transformações em canais fluviais e planícies de inundação após a ocorrência de corridas de lama e detritos associadas as *flash floods*. Além disso, pesquisadores como Gob *et al.* (2016) e Thouret *et al.* (2020) relataram transformações observadas nos canais fluviais após a ocorrência de lahars.

No Brasil, a Serra do Mar apresenta alta propensão à ocorrência de eventos gravitacionais como as corridas de lama e detritos, devido a sua complexidade litológica/estrutural e elevados valores de declividade, sobretudo nos meses de verão onde concentram-se os eventos pluviométricos extremos (agentes deflagradores do processo) (KOBİYAMA *et al.*, 2015; VIEIRA; GRAMANI, 2015; ROSS, FIERZ, 2018). Estudos anteriores já relataram transformações nos canais fluviais resultantes das corridas de lama e detritos, destacando as incisões e os alargamentos que essas corridas causaram na calha fluvial (SILVEIRA *et al.*, 2014; GRAMANI, 2018; MATOS *et al.*, 2018; CABRAL *et al.*, 2021).

No entanto, estudos analisando especificamente as reorganizações fluviais (forma em planta do canal) impostas pelas corridas de lama e detritos, no contexto da Serra do Mar, são escassas na literatura nacional. Um dos únicos exemplos encontrados é o estudo conduzido por Lima (2017), que investigou as alterações na forma em planta do Córrego Dantas, localizado em Nova Friburgo/RJ, após o evento extremo conhecido como "megadesastre'11". Em outras palavras, apesar de terem ocorrido diversos eventos gravitacionais extremos que transformaram sistemas fluviais, descrições e exemplificações de como as corridas de lama e detritos impõem reorganizações nos canais fluviais ainda permanecem um tema em aberto, sendo necessário estudos que sistematizem e descrevam essas alterações.

Na região da Serra da Prata, localizada no litoral do Paraná e parte da Serra do Mar, ocorreu em 11 de março de 2011 uma série de eventos gravitacionais (escorregamentos, corridas e quedas de blocos). Esses eventos foram desencadeados após dias de constante e elevada pluviosidade, gerando depósitos nos canais intramontanos, nas desembocaduras e na planície aluvial (PINTO *et al.*, 2012; SILVEIRA *et al.*, 2013). O evento, devido aos fluxos e depósitos gerados, resultou em reorganizações nos canais intramontanos e de planície.

Devido à excepcionalidade do evento diversos estudos foram realizados na região da Serra da Prata. Foram realizadas pesquisas caracterizando e classificando os processos gravitacionais (PINTO *et al.*, 2012; PIKANÇO; NUNES, 2013), sobre a suscetibilidade ou risco a movimentos de massa (SILVEIRA *et al.*, 2014, FOLADOR *et al.* 2018; PIKANÇO *et al.*, 2018), análises sobre os impactos socioambientais (ZAI *et al.*, 2017), entre outros.

Contudo, no campo da Geomorfologia fluvial, ainda não foram realizadas análises sobre as reorganizações fluviais decorrentes dos processos gravitais. Assim, considerando as lacunas identificadas e a porção afetada pelos processos gravitacionais de março de 2011 da Serra da Prata como recorte de estudo, objetiva-se analisar de modo preliminar as reorganizações fluviais impostas pelas corridas de lama e detritos, a partir da análise temporal da forma em planta dos canais fluviais obtidos por dados de sensoriamento remoto.

2. Procedimentos metodológicos

Foram selecionados três rios situados na Serra da Prata e afetados por processos gravitacionais de 11/03/2011 (**Figura 1 e Tabela 1**). O rio Jacareí constitui o limite municipal entre Morretes e Paranaguá, ambos na porção central do litoral do Paraná. Os rios Tingidor e Santa Cruz situam-se no município de Paranaguá. A Serra da Prata é um núcleo de Serras Altas (entre 800 e 1421 metros) composta por rochas granito-gnáissica-migmatíticas relacionadas ao Complexo Cachoeira (MINEROPAR, 2006). Nos terços inferiores das vertentes são encontrados depósitos quaternários de colúvios e tálus (ANGULO, 2004). A área é majoritariamente coberta por vegetação arbórea, classificada como Floresta Ombrófila Densa – em estágio Média a Avançada (BRITZ et al., 2015). Parte da Serra da Prata é abrangida pelo Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange.

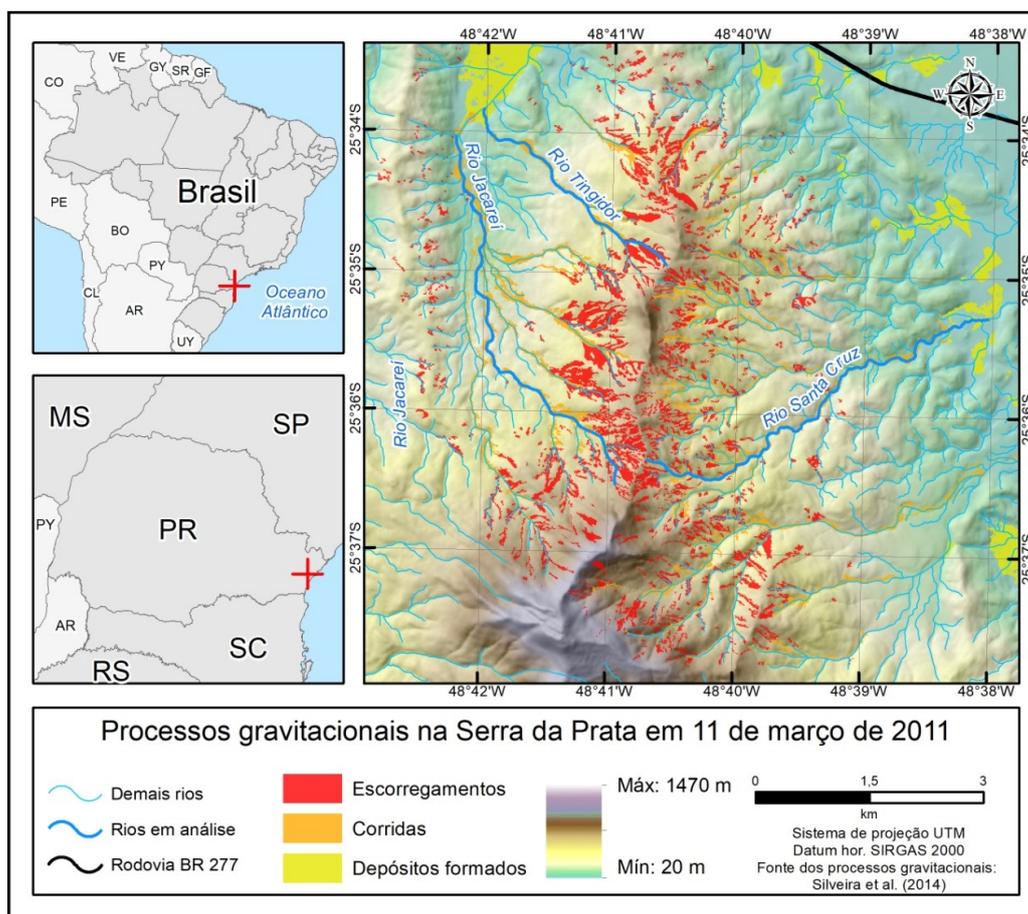


Figura 1: Localização dos três rios em análise. Elaboração: Autores (2022).

Tabela 1: Características morfométricas dos rios analisados. Elaboração: Autores (2022).

Rio	Comprimento (km)	IS	Ordem (Strahler)	Cota máxima (m)	Cota mínima (m)	Amplitude altimétrica (m)	Direção geral de fluxo
Jacareí	9,93	1,26	5 ^a	735	6	729	Noroeste (trecho Serra) e norte (trecho planície)
Santa Cruz	5,89	1,23	4 ^a	704	13	691	Noroeste
Tingidor	3,51	1,10	3 ^a	695	18	677	Nordeste

2.1. Construção da base de dados geoespacial

Foi elaborada uma Base de Dados Geoespaciais (BDG) a partir de dados secundários coletados em endereços eletrônicos (PAZ *et al.*, 2020). Dados vetoriais referentes à rede hidrográfica da região da Serra da Prata foram adquiridos junto ao Instituto Água e Terra do Paraná (IAT), sendo estes atribuídos a escala 1:10.000. Também do IAT foi adquirido um modelo digital do terreno (MDT) com 2,5 metros de resolução, gerado a partir de levantamento em 2015 por interferometria de radar de abertura sintética (SAR - *Synthetic Aperture Radar*), referente ao recorte código 227307175 da articulação 1:10.000. Com o MDT, foi calculada a declividade a partir das variáveis direcionais de Horn, na ferramenta *slope* do ArcGIS (HORN, 1981).

Foram adquiridas três imagens orbitais e suborbitais para utilização na interpretação da reorganização fluvial, referentes aos anos de 2006, 2011 e 2021. A imagem de 18 de maio de 2006 foi obtida no acervo Google Earth (GOOGLE EARTH, 2020). Para o ano de 2011, obteve-se uma imagem orbital pancromática registrada pelo satélite *WorldView-1* em 02/05/2011, com resolução espacial de 0,5 metro, disponibilizada pela Secretaria de Meio Ambiente de Paranaguá, via ofício institucional.

Para 2021, foi adquirida uma imagem orbital no acervo Google Earth registrada em 20 de agosto de 2021 (GOOGLE EARTH, 2022). Todas as imagens foram georreferenciadas tendo como base a imagem *WorldView-1*, com erro quadrático médio inferior a 0,5m. Para visualização, processamento e análises dos dados geoespaciais utilizou-se o *software* livre QGIS 3.16. Dados de amplitude altimétrica e declividade foram gerados a partir de modelo digital do terreno (MDT) com 2,5 metros de resolução, gerado a partir de levantamento em 2015 por interferometria de radar de abertura sintética (SAR - *Synthetic Aperture Radar*) adquirido junto ao Instituto Água e Terra (IAT), via ofício institucional.

2.2. Critérios de análise de reorganização fluvial

Os critérios usados na análise da reorganização fluvial após as corridas de lama e detritos foram baseados na análise de rearranjos fluviais propostas por Bishop (1995). O foco da proposta de Bishop (1995) são os rearranjos decorrentes da adaptação da rede hidrográfica em função de mudanças em fatores controladores como oscilação do nível do mar, tectônica, condições litoestruturas e regime climático (SORDI *et al.*, 2018). Apesar dos processos terem temporalidades distintas (tempo instantâneo e evolução de longo termo do relevo), observaram-se, nos rios selecionados na Serra da Prata, os mecanismos de captura e desvio previstos na proposta de Bishop (1995).

Diferentemente dos fatores controladores descritos por Bishop (1995), aqui as corridas de lama e detritos foram responsáveis pelas reorganizações dos canais. Assim, propõem-se uma classificação preliminar de reorganização fluvial após eventos extremos de corridas de lama e detritos. Três tipos são propostos: captura, corte/desvio e formação de canais. A captura foi entendida como a transferência de parte de um sistema de drenagem para outro, similar ao posto por Bishop (1995). O corte/desvio consiste no redirecionamento, formando um novo canal e encurtando o caminho fluvial original (curvas). Já a formação de canais consiste em trechos formados unicamente pelo evento de corrida de lama e detritos, visando otimizar o escoamento do fluxo naquele momento, não sendo estes utilizados atualmente pelo sistema perene.

Para identificar tais alterações foram comparadas a forma em planta dos canais fluviais dos rios Jacareí, Tingidor e Santa Cruz, no período pré-evento (imagem do acervo Google Earth de 2006) e imediatamente após o evento (imagem *WorldView I* de 2011). Em seguida, foi analisado se houve a permanência das reorganizações, usando como fonte imagens do acervo Google Earth de 2021 (10 anos após o evento). Para sistematizar a análise em ambiente de Sistema de Informações Geográficas, os rios selecionados foram seccionados em trechos de 500 metros, utilizando a ferramenta *v.split* do QGIS. Campanhas de campo foram realizadas entre 2020 e 2022 com auxílio de Aeronave Remotamente Pilotada (RPA – modelo Mavic 2 Pro) para validação das reorganizações fluviais identificadas. Ao final, produtos cartográficos foram gerados para auxiliar na interpretação dos processos de reorganização fluvial neste contexto geomorfológico.

3. Resultados e discussão

No recorte selecionado do estudo foram identificados 12 locais de reorganização fluvial (**Tabela 2 e Figura 2**). A formação de canais foi o processo predominante, com sete ocorrências. Também foram identificados quatro pontos de corte/desvio e um ponto de captura. O rio Jacareí apresentou o maior número de pontos de reorganização fluvial (sete), seguido pelo rio Santa Cruz (quatro) e rio Tingidor (um).

Tabela 2: Declividade e amplitude altimétrica dos processos de reorganização fluvial identificados. Elaboração: Autores (2022).

Rio Jacareí				
	Declividade	Altitude (m)	Coord. X	Coord. Y
Formação de canal intermitente 1	11°	352	-48,693	-25,597
Formação de canal intermitente 2	7°	62	-48,701	-25,575
Formação de canal intermitente 3	5°	47	-48,702	-25,572
Formação de canal intermitente 4	8°	42	-48,704	-25,571
Formação de canal intermitente 5	12°	38	-48,704	-25,568
Captura	6°	170	-48,699	-25,586
Corte/desvio 1	8°	37	-48,702	-25,569
Rio Tingidor				
	Declividade	Altitude (m)	Coord. X	Coord. Y
Corte/desvio 2	9°	42	-48,699	-25,566
Rio Santa Cruz				
	Declividade	Altitude (m)	Coord. X	Coord. Y
Formação de canal intermitente 6	10°	140	-48,653	-25,595
Formação de canal intermitente 7	5°	52	-48,644	-25,592
Corte/desvio 3	16°	88	-48,649	-25,593
Corte/desvio 4	3°	25	-48,639	-25,589

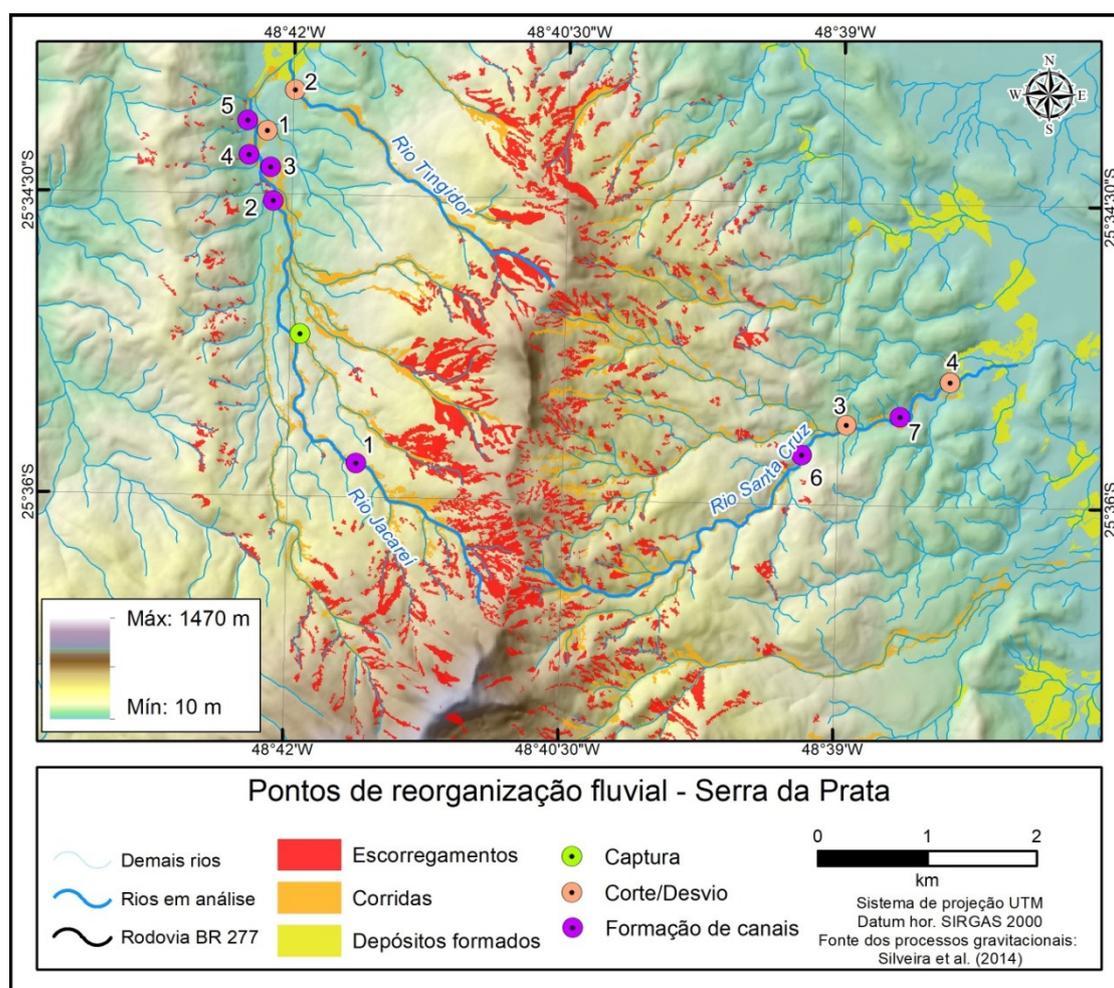


Figura 2: Pontos de reorganização fluvial identificados no recorte de estudo. Elaboração: Autores (2022).

Todos os processos identificados têm sua gênese ligada à intensidade, à velocidade e aos depósitos formados pelos processos de corrida de lama e detritos desencadeados em 11 de março de 2011. O tipo de reorganização “Formação de canais” contribuiu no momento do evento na otimização do escoamento dos fluxos de lama e detritos. Na **Figura 3** é possível observar a formação de canais nas proximidades do rio Jacareí. Nota-se que durante o evento, concomitante à formação de novos canais, ocorreu o alargamento da calha fluvial em até 160 metros.

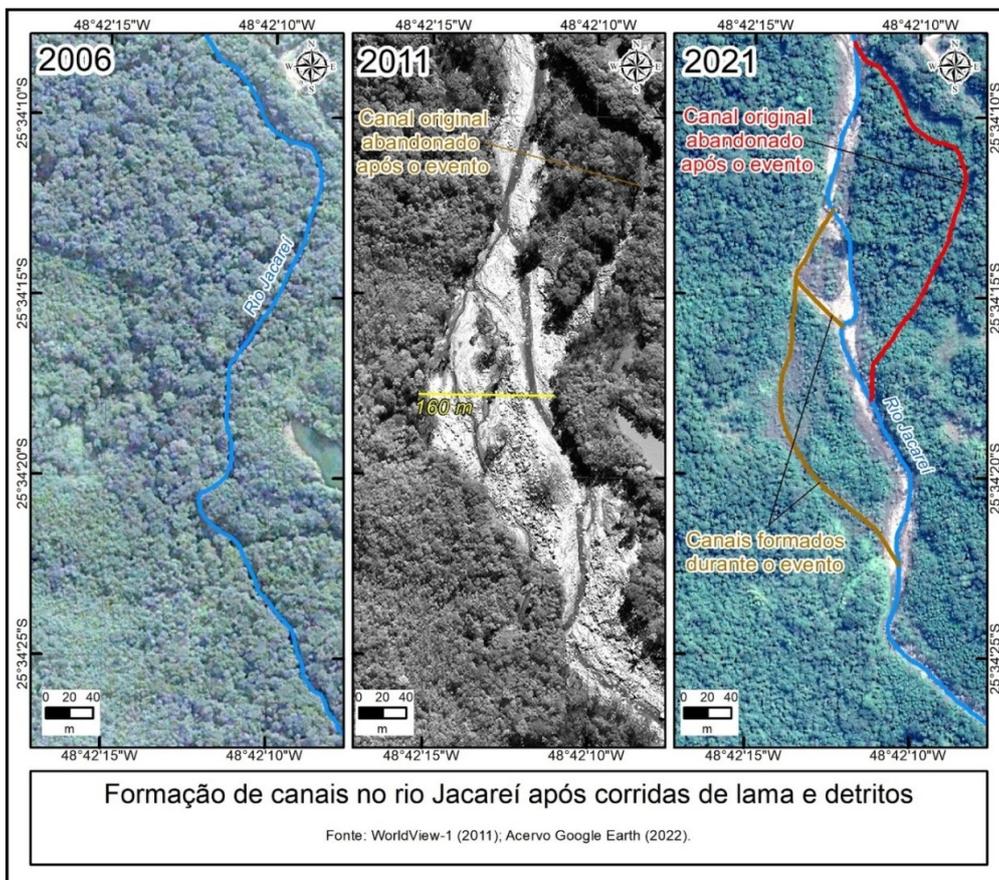


Figura 3: Processo formação de canais (cor ocre) e corte/desvio (cor vermelha) no rio Jacaréí. Note presença da planície de inundação no ambiente intramontano, compreendendo áreas plana adjacente ao canal. Elaboração: Autores (2022).

O intenso fluxo de água, sedimentos e matéria orgânica (incluindo troncos de árvores), contribuiu para essas transformações no canal fluvial, seja removendo obstáculos existentes, ou mesmo escavando novas áreas de drenagem. Essas mudanças estão relacionadas as características do fluxo (com sua elevada capacidade e competência) e a questões de microtopografia da área (que também foi alterada pelo evento). É importante destacar o processo de recolonização da vegetação como a parte do estágio de recuperação pós-evento. Na **Figura 3** é possível observar que a área do canal alargada pelo evento de 2011 foi tomada por vegetação arbustiva e arbórea após 2011.

Com o retorno do rio Jacaréí a suas condições normais de vazão, os canais formados pelo evento de 2011 se converteram em canais, sendo utilizados pelo rio Jacaréí em eventos de cheia, como canais de inundação. A área de entorno do rio Jacaréí alargada pelas corridas de lama e detritos funcionam atualmente como uma planície de inundação intramontana (**Figura 4**). **Figura 5** e **Figura 7** exemplificam um processo de corte/desvio no rio Santa Cruz. Os fluxos de lama e detritos contribuíram no rompimento das margens fluviais, escavando um novo canal na planície de inundação e encurtando o rio Santa Cruz em aproximadamente 1 km. Tal processo poderia ser enquadrado como um caso avulsão fluvial, descrito como processo de abertura e abandono de canais em planícies de inundação, caracterizado por estes “encurtamentos” do rio (MERCANTE *et al.*, 2007; STEVAUX; LATRUBESSE, 2017). Porém, por se tratar de uma paisagem serrana, a designação mais correta pode ser uma avulsão fluvial intramontana.

O processo de corte/desvio também foi identificado no rio Jacaréí (**Figura 3**), em áreas intramontanas sobre pacotes coluvionares. Ao contrário do caso de "Formação de canais", os segmentos de canal formados por "corte/desvio" agora apresentam um fluxo perene. Portanto, enquanto no primeiro processo identificado as formas fluviais são ativas apenas durante eventos e cheias, nesse segundo processo, a característica formada pelo evento de 2011 é continuamente utilizada.



Figura 4: Imagem oblíqua da área com canais formados pelo evento. Coordenadas aproximadas: - 25.570222°/-48.703637°.0020. Elaboração: Autores (2022).

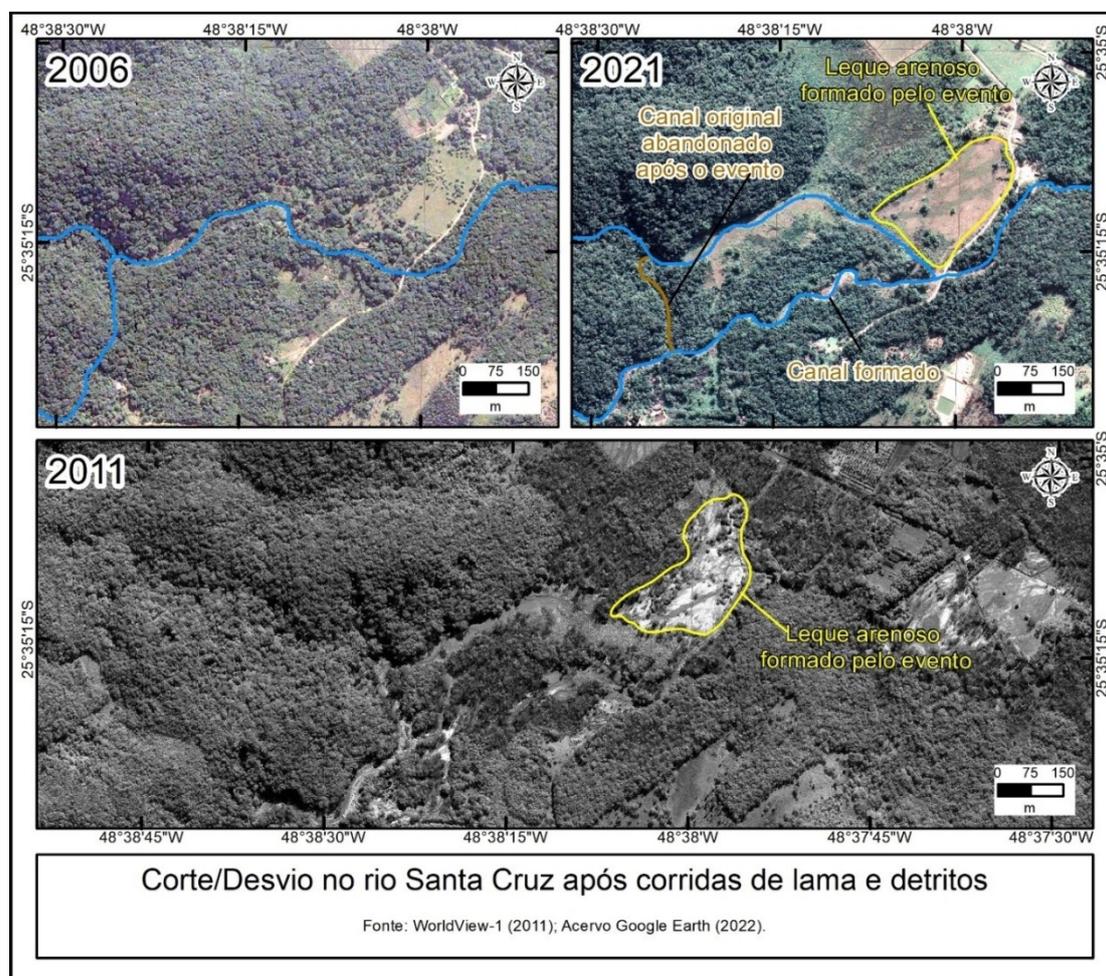


Figura 5: Processo de corte/desvio no rio Santa Cruz. Elaboração: Autores (2022).



Figura 6: Processo de corte/desvio no rio Santa Cruz. Elaboração: Autores (2022).

O segundo exemplo de corte/desvio no rio Santa Cruz demonstra a combinação entre processos gravitacionais e processos fluviais (**Figura 6**), visto que houve uma ampliação da curva meândrica pelas corridas de lama e detritos em 2011, com posterior processo de *neck cutoff* (MAGALHÃES JÚNIOR *et al.*; 2020), formando um meandro abandonado.

Voltando ao primeiro exemplo de corte/desvio no rio Santa Cruz, nota-se intenso assoreamento no trecho de canal formado pelo evento de 2011 (há cerca de 10 anos), sendo confirmado na campanha de campo e pelos dados orbitais e suborbitais (expressiva presença de material arenoso). Também foi observado o soterramento do trecho de canal abandonado, na formação de um leque pelo evento de 2011. Atualmente, um rio de 3ª ordem intermitente eventualmente escoar por esta área de forma espalhada, não sendo identificado a morfologia padrão de um canal fluvial, apenas áreas preferências de fluxos (sulcos de drenagem) (**Figura 7**).

Foi identificado apenas um caso de reorganização no rio Tingidor, que envolveu um corte/desvio com características genéticas específicas devido a dinâmica imposta pelo evento de 2011. Os fluxos de massa formaram na desembocadura do rio Tingidor um cone de dejeção composto por material grosso (blocos e matacões) (SILVEIRA *et al.*, 2013). Esse cone soterrou o trecho final do canal do Tingidor, obrigando o rio a encontrar um novo caminho até o rio Jacaréi. O resultado desse processo pode ser observado na **Figura 8**, na qual o rio Tingidor agora contorna o cone de dejeção formado em 2011. Esse novo trajeto foi estabelecido durante o evento ocorrido em 11/03/2011, possivelmente favorecido pelo elevado fluxo naquele momento.

O último processo identificado foi uma captura causada pelo rompimento das margens devido ao fluxo de lama e detritos em um canal intermitente de segunda ordem, localizado próximo ao rio Jacaréi (**Figura 9**). Esse evento ocorreu em uma área com declividade média de 6° e altitude de 170 metros. Como resultado, o ponto de encontro entre o rio intermitente e o rio Jacaréi foi encurtado em 650 metros. Com base na interpretação do funcionamento hidrológico da região, acredita-se que o trecho de canal abandonado possa ser eventualmente ocupado em momentos de chuvas intensas.

Os processos de reorganização fluvial aqui descritos podem ser comparados a imagens coletadas em campo apresentadas em publicações preteridas. Embora esses estudos não se concentrem especificamente nas transformações dos canais fluviais, é possível observar em imagens presentes na publicação alterações na rede de drenagem, semelhantes ao que é relatado neste artigo. O estudo de Matos *et al.* (2018) é um exemplo (**Figura 10**), onde é possível observar alargamento/soterramento da planície de inundação e incisões ao longo da paisagem fluvial.

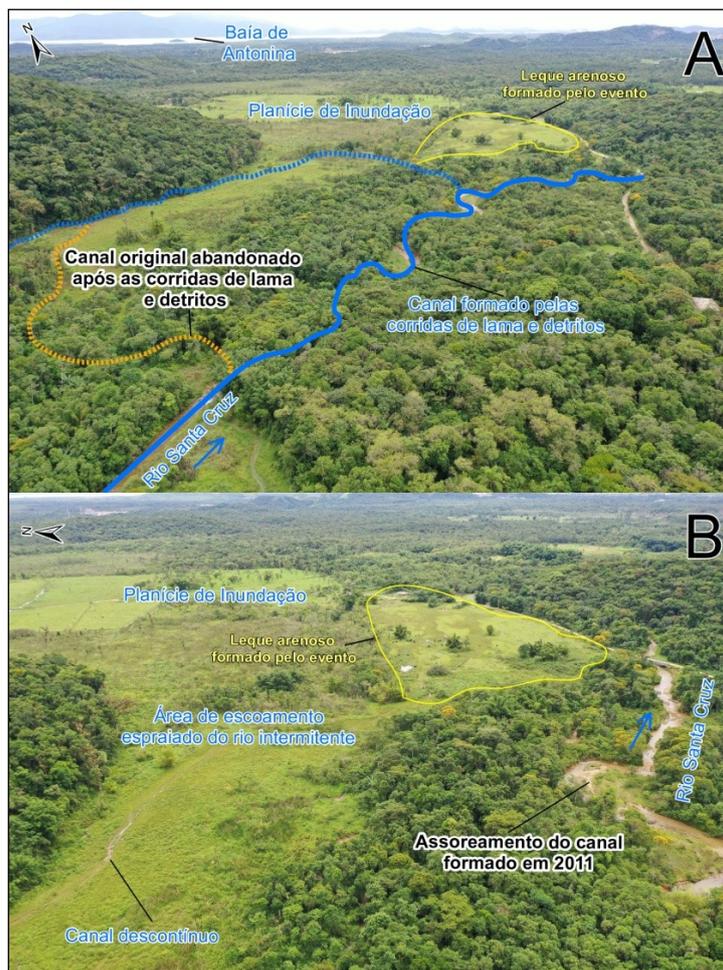


Figura 7: A) Imagem oblíqua da área de corte/desvio no trecho de planície do rio Santa Cruz. B) Imagem oblíqua da área de escoamento espraído do rio intermitente vizinho ao rio Santa Cruz. Coordenadas aproximadas: $-25.587329^\circ / -48.637249^\circ$. Registro fotográfico em 09/02/2022. Elaboração: Autores (2022).

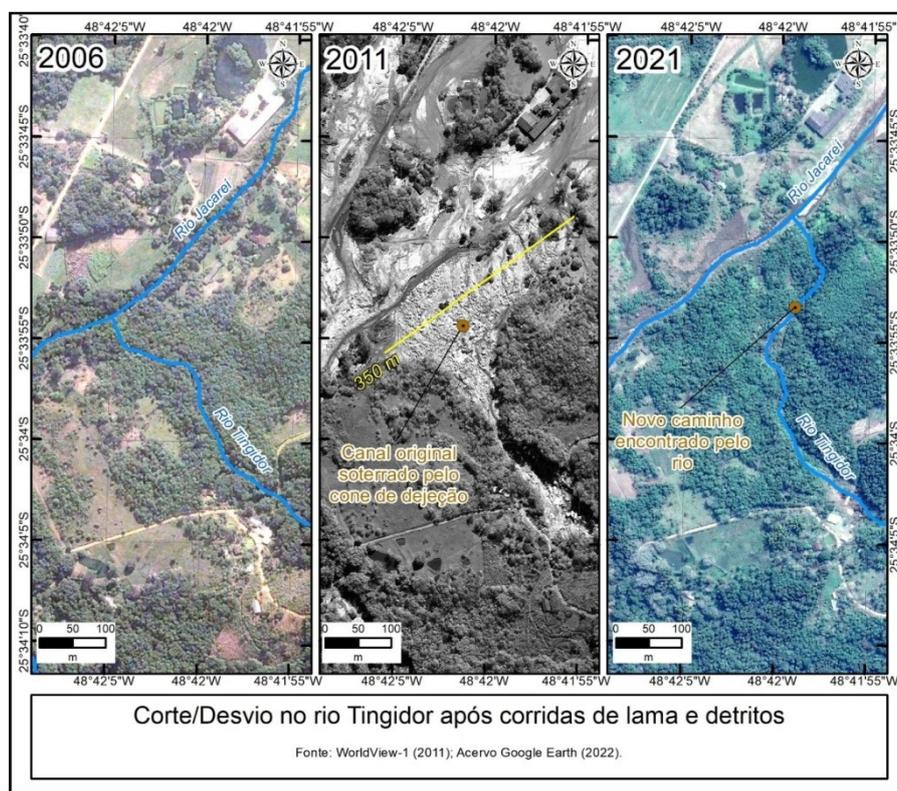


Figura 8: Processo de corte/desvio no rio Tingidor. Elaboração: Autores (2022).

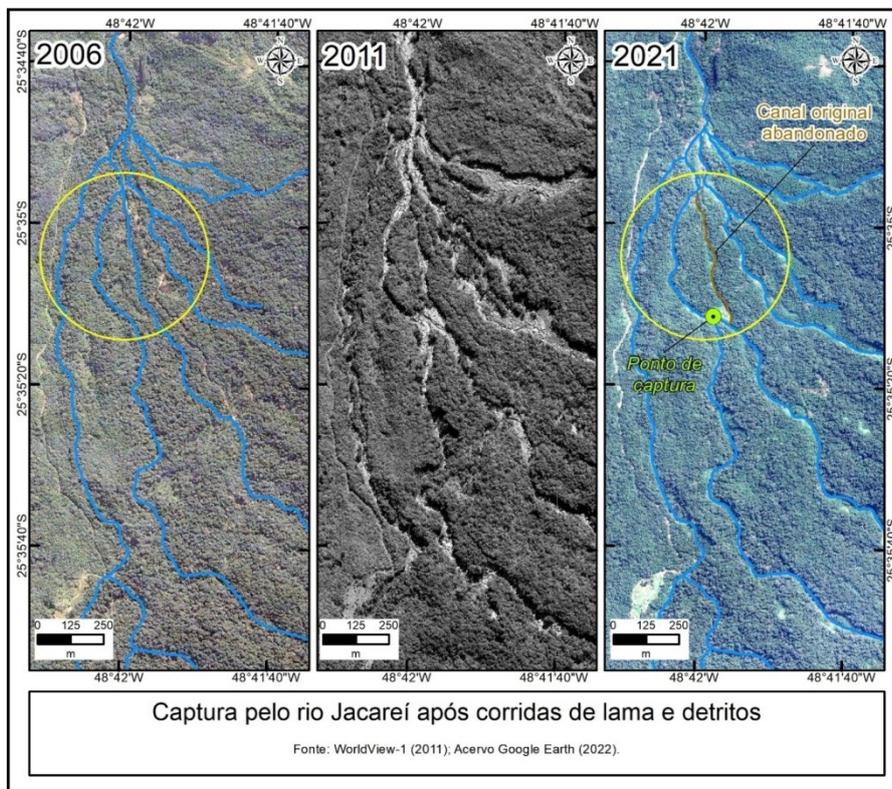


Figura 9: Processo de captura no rio Jacareí. Elaboração: Autores (2022).

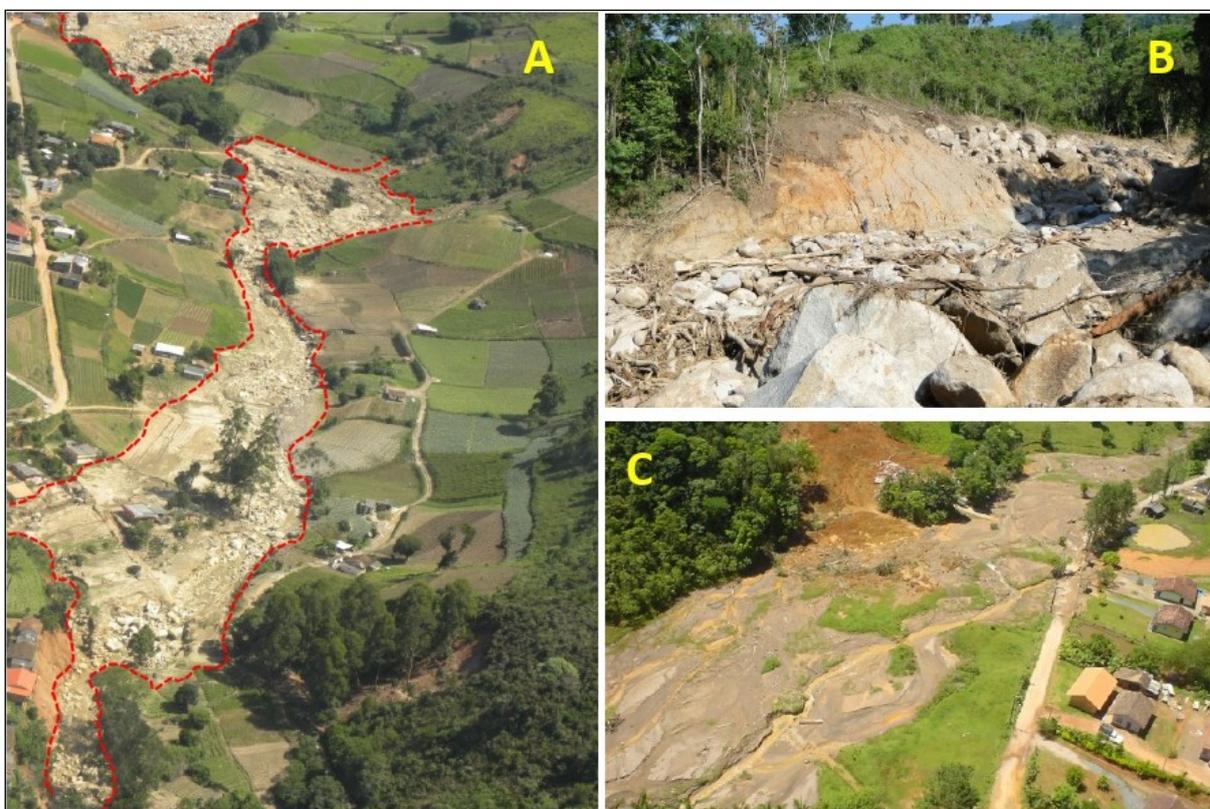


Figura 10: A - Na Bacia do rio Vieira, localizada na Região Serrana do RJ, em 2011, é possível observar o preenchimento do fundo de vale. B - Na Bacia do Rio Guarda-Mão, em Itaoca, interior de SP, em 2014, é perceptível a incisão no vale. C - No Vale do Itajaí, SC, em 2008, é possível notar a cobertura sedimentar arenosa sobre a planície prévia. Fonte: Matos *et al.* (2018).

4. Conclusões

Foi realizada uma análise preliminar de reorganizações fluviais em paisagem serranas submetidas a eventos extremos de corridas de lama e detritos. Foram identificados três mecanismos de reorganização fluvial: I) Formação de canais, escavados pelas corridas de lama e detritos; II) Corte/Desvio, representado por alterações nos canais fluviais (encurtamentos), visando otimizar o fluxo de lama e detritos durante o evento e mantidos pela dinâmica fluvial atual; III) Captura, onde uma área de drenagem foi alterada devido ao rompimento das margens causado pelo fluxo de lama e detritos.

A partir dos exemplos identificados nos três rios analisados situados na Serra da Prata, fica evidente o papel dos processos gravitacionais em mudanças na forma em planta dos canais fluviais em paisagem serrana, chamadas aqui como processos de reorganização fluvial. Tal interação entre processos gravitacionais e processos fluviais revelam particularidades morfodinâmicas neste contexto de paisagem, podendo os processos identificados ocorrerem em outras paisagens serranas.

A partir disso, incentiva-se a realização de estudos visando verificar se os processos de reorganização fluvial aqui identificados se repetem em outras localidades da Serra do Mar ou em outras paisagens sujeitas a fluxos de massa. De forma complementar, são necessários maiores debates sobre os conceitos empregados para analisar tais mudanças, bem como análises morfométricas (amplitude e declividade) visando identificar padrões de ocorrência dessas reorganizações. Por fim, destaca-se a necessidade de investigações quanto aos principais controles do processo: carga sedimentar, declividade do canal, volume precipitado, forma do vale, entre outros.

Referências

- ANGULO, R. J. Mapa do Cenozóico do litoral do Estado do Paraná. **Boletim Paranaense de geociências**, v. 55, n. 1, p. 25–42, 2004. <http://dx.doi.org/10.5380/geo.v55i0.4281>
- ASSIS, A. Q. S. Análise da dinâmica fluvial do rio Cachoeira (Antonina/PR), entre os anos de 1954 e 2005. **Geografia (Londrina)**, v. 21, n. 2, p. 85–111, 2011. <https://doi.org/10.5433/2447-1747.2012v21n2p85>
- ASSUMPÇÃO, A. P.; MARÇAL, M. S. Retificação dos canais fluviais e mudanças geomorfológicas na planície do rio Macaé (RJ). **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 29, n. 3, p. 19–36, 2012.
- BISHOP, P. Drainage rearrangement by river capture, beheading and diversion. **Progress in Physical Geography: Earth and Environment**, v. 19, n. 4, p. 449–473, 1 dez. 1995. <https://doi.org/10.1177/03091333950190040>
- BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. **Geomorphology and river management: applications of the river styles framework**. John Wiley & Sons, 2013. <https://doi.org/10.1002/9780470751367>
- BRITEZ, R. M.; PRESTES, M.; MACHADO, M. A. **Mapeamento da vegetação do litoral do Paraná**. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Anais... Curitiba: 2015.
- CABRAL, V. C. et al. Characterization of a landslide-triggered debris flow at a rainforest-covered mountain region in Brazil. **Natural Hazards**, v. 108, p. 3021–3043, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04811-9>
- CHARLTON, R. **Fundamentals of fluvial geomorphology**. London and New York: Taylor & Francis, 2007.
- FOLADOR, R. M.; SILVEIRA, C. T.; FIORI, A. P. Cálculo da Probabilidade e Quantificação do Volume de Material Suscetível a Escorregamentos - Bacia do Rio Jacareí, Morretes-PR. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 74, n. 1, 2018. <http://dx.doi.org/10.5380/geo.v74i1.50642>
- GOB, F. et al. River responses to the 2010 major eruption of the Merapi volcano, central Java, Indonesia. **Geomorphology**, v. 273, p. 244–257, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.08.025>
- GOOGLE EARTH. **Localidade de Floresta (Morretes - Paraná) - (18 de Maio de 2006)**. 25°33'6.14"S - 48°41'36.21"O - Altitude do Ponto de Visão 2 km. Maxar Technologies, 2020. <<http://maps.google.com/?ll=-25.55455,-48.69584&z=15&t=h>>.

GOOGLE EARTH. **Localidade de Floresta (Morretes - Paraná) - (20 de Agosto de 2021).**25°33'16.40"S, 48°41'45.02"O - Altitude do Ponto de Visão 2 km. Maxar Technologies, 2022. <<http://maps.google.com/?ll=-25.55455,-48.69584&z=15&t=h>>.

GRAMANI, M. F. Corridas de massa na Serra da Mantiqueira: descrição e avaliação da ocorrência no córrego do Braço. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, v. Spe., p. 15, 2018.

HORN, B. K. P. Hill shading and the reflectance map. **Proceedings of the IEEE**, v. 69, n. 1, p. 14–47, 1981. <https://doi.org/10.1109/PROC.1981.11918>

KLEINA, M. Ajustes Fluviais no rio Sagrado (Morretes/PR) dentre os anos de 1954 a 2012. **Revista Equador**, v. SPE, p. 694–700, 2015.

KOBIYAMA, M.; MICHEL, G. P.; ENGSTER, E. C.; PAIXÃO, M. A. Historical analyses of debris flow disaster occurrences and of their scientific investigation in Brazil. **Labor e Engenharia**, v. 9, n. 4, p. 76–89, 2015.

LIMA, R. N. S. Geomorfologia fluvial e o Megadesastre'11 do córrego Dantas, Nova Friburgo (RJ): trajetórias, ajustes e mudanças. 2017. 165 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; BARROS, L. F. P.; COTA, G. E. M. Classificação de sistemas fluviais. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; BARROS, L. F. DE P. (Eds.). **Hidrogeomorfologia: Formas, processos e registros sedimentares fluviais**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020. p. 217–257.

MATOS, L. J.; FERREIRA, C. J.; BATEIRA, C. V. M.; VIEIRA, B. C. Avaliação das Construções Danificadas por Corridas de Detritos e Inundações Bruscas no Vale do Ribeira (SP) em 2018. **Revista do Departamento de Geografia**, n. spe, p. 57–67, 2018. <https://doi.org/10.11606/rdg.v0ispe.144423>

MERCANTE, M. A.; GARNÉS, S. J. A.; PAIVA, L. A.; SANTOS, E. T.; NOGUEIRA, A. X. Alterações causadas por avulsão no Rio Taquari, no pantanal mato-grossense. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 13, p. 75–84, 2007. <https://doi.org/10.5380/raega.v13i0.4995>

MINEROPAR. Minerais do Paraná S.A. **Atlas geológico do Estado do Paraná - Folha de Curitiba (SG-22-X-D)**. Curitiba: MINEROPAR, 2006. Escala 1:250.000.

ORTEGA, J. A.; HEYDT, G. G. Geomorphological and sedimentological analysis of flash-flood deposits: The case of the 1997 Rivillas flood (Spain). **Geomorphology**, v. 112, n. 1, p. 1–14, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2009.05.004>

PAZ, O. L. S.; DAL PAI, M. O.; PAULA, E. V. Proposta metodológica para elaboração de base de dados geoespaciais como subsídio a estudos ambientais: aplicação em unidades de conservação do litoral norte do Paraná. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 02, p. 613–629, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.2.p613-629>

PAZ, O. L. S.; PAULA, E. V. Planície do rio Jacareí após os movimentos de massa de 2011: considerações a partir da análise granulométrica de trincheira e mudanças do canal. **Revista Cerrados**, v. 19, n. 1, p. 83–99, 2021. <https://doi.org/10.46551/rc24482692202106%20>

PICANÇO, J. L.; NUNES, L. H. A severe convective episode triggered by accumulated precipitation in the coast of Paraná state, Brazil. 7th European Conference on Severe Storms (ECSS2013), 3 – 7. 2013.

PICANÇO, J.; FACCURI, G. G.; TANAKA, H. S.; GUIMARÃES, P. **Análise de suscetibilidade à ocorrência de escorregamento tipo fluxo com o uso da morfometria: casos na Serra do Mar Paranaense**. Anais do 16º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. Anais...São Paulo: 2018 <http://www.schenautomacao.com.br/cbge/envio/files/trabalho_182.pdf>.

PINTO, R. C.; PASSOS, E.; CANEPARO, S. C. Classificação dos movimentos de massa ocorridos em março de 2011 na Serra da Prata, Estado do Paraná. **Geoingá: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia**, v. 4, n. 1, p. 3–27, 2012. <https://doi.org/10.4025/geoinga.v4i1.49152>

ROSS, J. L. S.; FIERZ, M. S. M. A Serra do Mar e a Planície Costeira em São Paulo: morfogênese, morfodinâmica e as suas fragilidades. **Boletim Paulista de Geografia**, n. 100, p. 17–38, 2018.

SILVEIRA, C. T.; FIORI, A. P.; SCHILIPACK, P.; DIAS, S. M. Mapeamento preliminar da suscetibilidade natural a movimentos de massa da Serra do Mar Paranaense apoiado na análise digital do relevo. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, n. 1, 2014. <https://doi.org/10.20502/rbg.v15i1.366>

SILVEIRA, C. T.; FIORI, A. P.; FERREIRA, A. M.; et al. Emprego de atributos topográficos no mapeamento da susceptibilidade a processos geoambientais na bacia do rio Jacareí, Paraná. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 25, n. 3, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1982-45132013000300014>

SORDI, M. V.; VARGAS, K. B.; FORTES, E. Mecanismos controladores do rearranjo fluvial: o caso da captura do ribeirão Laçador pelo ribeirão Laçadorzinho, Faxinal, PR. **Revista Continentes**, [S. l.], n. 12, dez. 2018.

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia fluvial**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

THOURET, J. C.; ANTOINE, S.; MAGILL, C.; OLLIER, C. Lahars and debris flows: Characteristics and impacts. **Earth-Science Reviews**, v. 201, p. 103003, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.103003>

VIEIRA, B. C.; GRAMANI, M. F. Serra do Mar: the most “tormented” relief in Brazil. In: **Landscapes and landforms of Brazil**. [s. l.] Springer, 2015. p. 285–297. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8023-0_26

ZAI, C.; GRASSO, L.; SILVEIRA, C. T.; GUARNIERI, D. P. Impactos socioambientais por movimentos de massa na comunidade de Floresta, região da Serra do mar paranaense. **Caminhos de Geografia**, v. 18, n. 61, p. 19–32, 2017. <https://doi.org/10.14393/RCG186102>



Este artigo é distribuído nos termos e condições do *Creative Commons Attributions/Atribuição- NãoComercial-CompartilhaIgual (CC BY-NC-SA)*.