


Parâmetros morfométricos e corridas de detritos: índice de suscetibilidade e magnitude de bacias hidrográficas na Serra do Mar


Vivian Cristina Dias

Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas.
São Paulo. São Paulo. Brasil
vivian.cristina.dias@alumni.usp.br

 0000-0003-4783-2632

Bianca Carvalho Vieira

Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas.
São Paulo. São Paulo. Brasil
biancacv@usp.br

 0000-0001-7060-2830

revista

Geo 
USP
espaço e tempo

Volume 26 • n° 2 (2022)

ISSN 2179-0892

e-191937

Como citar este artigo:

DIAS, V. C.; VIEIRA, B. C. Parâmetros morfométricos e corridas de detritos: índice de suscetibilidade e magnitude de bacias hidrográficas na Serra do Mar. **Geosp**, v. 26, n. 2, e-191937, ago. 2022. ISSN 2179-0892. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/191937>. doi: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2022.191937.pt>.



Este artigo está licenciado sob a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Parâmetros morfométricos e corridas de detritos: índice de suscetibilidade e magnitude de bacias hidrográficas na Serra do Mar

Resumo

As corridas de detritos estão entre os movimentos de massa mais frequentes na região da Serra do Mar, no Brasil. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a relação entre as características morfométricas das bacias e a ocorrência de corridas de detritos, além de classificar as bacias a partir de um índice de suscetibilidade e magnitude. Para mapear a morfometria, usou-se o modelo digital de elevação (MDE) Alos Palsar (12,5 m); procedeu-se à descrição estatística e à classificação das bacias adotando um índice de suscetibilidade e magnitude. Os resultados indicaram a influência dos parâmetros gradiente altimétrico, relação de relevo, índice de rugosidade, amplitude altimétrica e índice de Melton nas bacias afetadas por corridas de detritos recentes. A classificação das bacias a partir do índice de suscetibilidade e magnitude se mostrou condizente com as ocorrências de corridas de detritos, podendo ser aplicada em outras áreas suscetíveis.

Palavras-chave: Movimentos de massa. Índices morfométricos. Fluxo de detritos.

Morphometric parameters and debris flow: susceptibility and magnitude index to watersheds in Serra do Mar

Abstract

Debris flows are one of the most frequent types of mass movement in the region of Serra do Mar, Brazil. Thus, the goal of this study was the evaluation of the relation between the morphometric characteristics of watersheds with the occurrence of debris flow and classification using a susceptibility and magnitude index. To achieve this goal, it was used the Digital Elevation Model (DEM) Alos Palsar with 12,5 m of resolution to map the morphometric characteristics of watersheds followed by

the statistical analysis and the application of a susceptibility and magnitude index. The results highlighted the parameters altimetric gradient, relief ratio, ruggedness number, basin relief, and Melton ratio in the watersheds affected by recent debris flows. The classification of the watersheds through the susceptibility and magnitude index shows similarities with the occurrence of debris flows and the susceptibility estimated, allowing its use in other susceptible areas.

Keywords: Mass movement. Morphometric index. Debris flow.

Paramètres morphométriques et coulées de débris: susceptibilité et indice de magnitude aux bassins versants de la Serra do Mar

Résumé

Les coulées de débris sont parmi types fréquents de mouvements de masse dans la région de Serra do Mar, au Brésil. Cette recherche visait à évaluer la relation entre les caractéristiques morphométriques des bassins versant et l'occurrence de coulées de débris et la classification avec d'un indice de susceptibilité et de magnitude. Pour cartographier la morphométrie des bassins, le modèle numérique d'élévation (MNE) Alos Palsar (résolution de 12,5 mètres) a été utilisé; une description statistique et une classification des bassins ont été faites avec d'un indice de susceptibilité et de magnitude. Les résultats ont indiqué l'influence du gradient altimétrique, du rapport de relief, de l'indice de rugosité, de l'amplitude altimétrique et l'indice Melton dans les bassins affectés par le récent coulées de débris. La classification des bassins basée sur l'indice de sensibilité et de magnitude s'est avérée cohérente avec l'occurrence de coulées de débris et peut être utilisée dans d'autres zones sensibles.

Mots-clés: Mouvement de masse. Indice morphométrique. Coulée de debris.

Introdução

As corridas de detritos estão entre os tipos de movimento de massa com maior potencial destrutivo, dadas sua velocidade e intensidade no transporte de materiais de grandes proporções por longas distâncias (Jakob; Hungr, 2005; Takahashi, 2007). O processo é deflagrado devido ao aporte de água em ambientes com grande disponibilidade de material para transporte, onde há perda de atrito interno entre as partículas do solo devido ao excesso de água, gerando um fluxo visco-plástico de caráter não newtoniano, sendo mobilizado sobretudo pela gravidade (Guidicini; Nieble, 1984; Selby, 1993). Trata-se de um processo de abrangência mundial, que não se restringe a determinada faixa climática, mas às características geomorfológicas específicas da região atingida (Costa, J., 1984; Jakob, 2005; Takahashi, 2007).

Devido a características climática, geológica e geomorfológica em algumas regiões do Brasil, tais processos são frequentes e de alta magnitude causando danos à infraestrutura urbana, grande número de mortes e de desabrigados, além de perdas sociais e econômicas. Se destaca como uma das áreas mais afetadas a região da Serra do Mar, no litoral sul-sudeste do Brasil. Com extensão de aproximadamente 1.500 km e abrangendo os estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro, a Serra do Mar é uma feição geológico-geomorfológica com litologia predominantemente composta por rochas ígneas e metamórficas dos períodos Pré-Cambriano e Eopaleozóico, com picos que chegam a 1.877 m (Pico do Paraná) e 2.000 (Serra dos Órgãos) (Vieira; Gramani, 2015).

Entre as ocorrências nacionais, se destacam eventos em Caraguatatuba (SP) (Cruz, 1974; Ploey; Cruz, 1979; Dias, H. et al., 2021) e na Serra das Araras (RJ), em 1967 (Jones, 1973); em Cubatão (SP), em 1985 (Jica, 1991; Kanji; Cruz; Massad, 2008; Vieira; Fernandes; Augusto Filho, 2010; Kanji et al., 2017; Vieira et al., 2018); no Rio de Janeiro (RJ), em 1996 (Vieira et al., 1997; Fernandes et al., 2001); em Santa Catarina, em 2008 (Faria et al., 2008; Tomazzoli; Flores; Bauzys, 2009); na região serrana do Rio de Janeiro, em 2011 (Avelar et al., 2013; Coelho Netto et al., 2013); na Serra do Mar paranaense (Silveira et al., 2012; Ferreira, C. et al., 2016; Martins, T. et al., 2017; Facuri; Picanço, 2020); na rodovia dos Imigrantes (SP), em 2013 (Altrichter; Gramani, 2014); e recentemente em Itaoca (SP), em 2014 (Brollo et al., 2015; Gramani; Martins, V., 2016).

Determinadas características morfométricas de uma bacia podem influenciar sua drenagem e seu escoamento, induzindo processos que ocorrem em seu interior, tais como produção de sedimentos e processos hidrogeomorfológicos, como corridas e enxurradas de detritos. Estes podem ser usados inclusive, para classificar essas bacias de acordo com os processos predominantes (Wilford et al., 2004; Welsh; Davies, 2011; Ilinca, 2021).

Adotando parâmetros morfométricos, podem-se avaliar diversas propriedades das corridas de detritos, entre elas, a magnitude, a frequência, a diferenciação de processos do tipo fluxo e a avaliação da suscetibilidade de bacias hidrográficas. A avaliação das características morfométricas tornou-se uma etapa importante na análise da suscetibilidade das bacias ao processo (VanDine, 1985; Augusto Filho, 1993; Jakob, 1996; Scally; Slaymaker; Owens, 2001; Kovanen; Slaymaker, 2008; Portilla; Chevalier; Hürlimann, 2010; Simoni; Mammoliti; Berti, 2011; Chen; Yu, 2011;

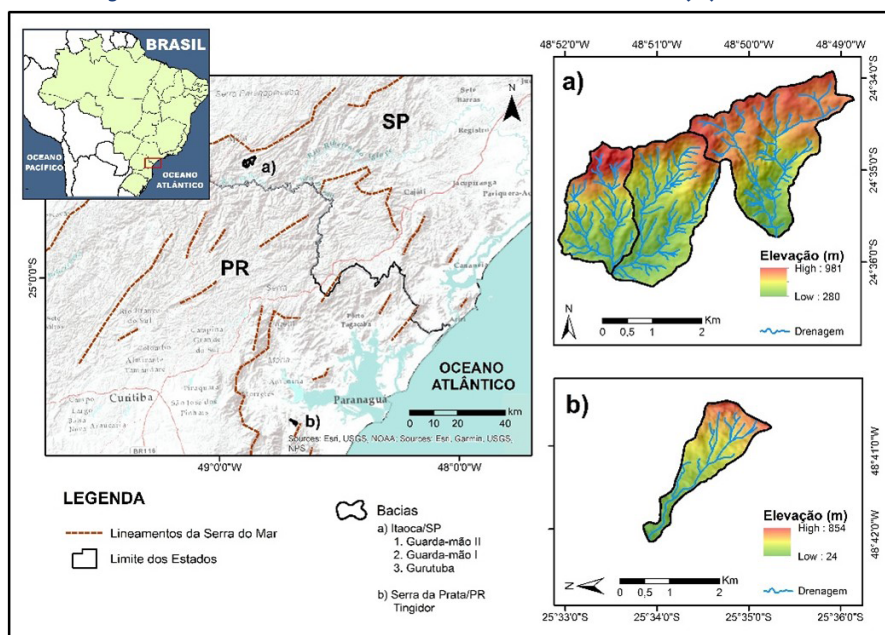
Picanço et al., 2016; Dias, V.; Vieira; Gramani; Martins, V., 2016; Gomes, 2016; Cerri et al., 2018; Lima; Fernandes; Vargas Junior, 2020; Ilinca, 2021; Zubrycky et al., 2021).

A aplicação de métodos de classificação de áreas suscetíveis a corridas de detritos e enxurradas de detritos, se tornou uma importante ferramenta de identificação e prevenção de áreas críticas, sendo utilizada por diferentes autores (Thurber Consultants, 1983; Kanji; Gramani, 2001; Gramani et al., 2005; Bitar, 2014; Gomes, 2016). Ressalta-se também que a bacia hidrográfica é a unidade de análise indicada pela Política Nacional de Proteção e Defesa Civil na forma da Lei n. 12.608, de 10 de abril de 2012, e, portanto, a avaliação de suas características morfométricas tornou-se fundamental para o estudo das corridas de detritos e o desenvolvimento de ações de prevenção, atenuação e resposta a futuras ocorrências. Assim, o objetivo deste artigo é avaliar a relação entre as características morfométricas e a ocorrência de corridas de detritos e classificar as bacias a partir de um índice de suscetibilidade e magnitude do processo.

Áreas de estudo

Nesta pesquisa, optou-se pela seleção de bacias com e sem ocorrência de corridas de detritos recentes. Na Serra do Mar, se destacam dois eventos recentes na Serra da Prata (PR) em 2011 (Silveira et al., 2012; Picanço et al., 2016) e nos municípios de Itaoca e Apiáí (SP) em 2014 (Brollo et al., 2015; Gramani; Martins, V., 2016; Ferreira, T.; Martins, T., 2021; Souza, 2021). Nessas termos, foram selecionadas duas bacias atingidas por corridas de detritos recentes (Guarda-Mão I e Tingidor) e duas sem essa ocorrência recente (Guarda-Mão II e Gurutuba) (Figura 1). A seleção considerou as ocorrências mais recentes de corridas de detritos no país. Da mesma forma, deu-se prioridade às bacias não afetadas próximas à área mais atingida, no caso, a bacia Guarda-Mão I, em Itaoca. Não foram selecionadas bacias sem ocorrência próximas à bacia Tingidor, pois elas sofreram corridas de detritos, sendo essa uma das mais afetadas.

Figura 1 – Localização das áreas de estudo em Itaoca/SP (a) e Serra da Prata/PR (b)

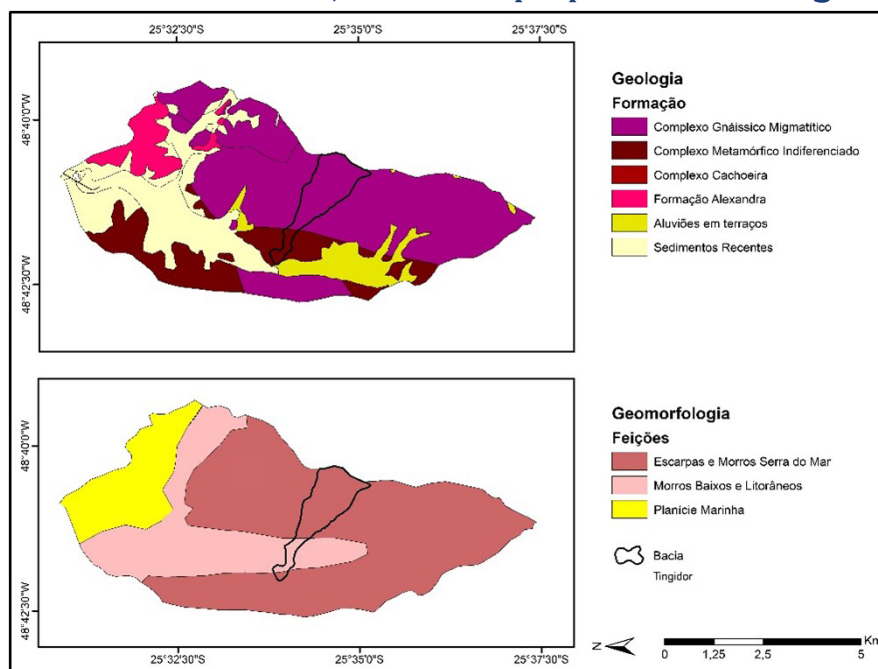


fonte: Elaborada pelas autoras.

Características físicas

As bacias estudadas encontram-se no contexto morfológico do Cinturão Orogênico do Atlântico, com embasamento pré-cambriano e predomínio de rochas de origem ígneas e metamórficas com idades entre 500 e 600 milhões de anos, tais como granito, gnaisses, xistos, paragnaisses e quartzitos (Ab'Saber, 1955; Bigarella et al., 1978; Almeida; Carneiro, 1998). Segundo o mapa geológico do Instituto de Terras, Cartografia e Geociências do Paraná (ITCG), situada na Serra do Mar paranaense na região da bacia do rio Jacareí, a bacia é embasada pelo complexo gnáissico-migmático, onde predominam granitos metassomáticos (Figura 2).

Figura 2 – Geologia e geomorfologia da bacia Jacareí, na Serra da Prata/PR, com destaque para a bacia Tingidor



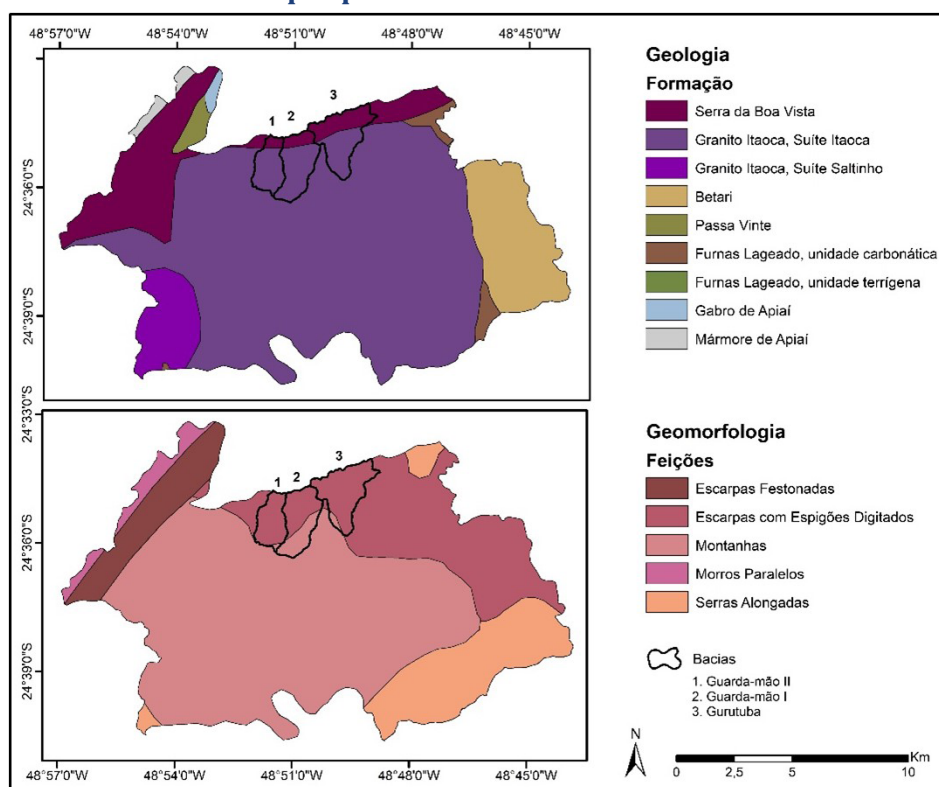
fonte: Elaborada pelas autoras a partir do mapa geológico do ITCG (2006) e do mapa geomorfológico de Oka-Fiori e outros (2006).

Denominada localmente “Serra da Prata”, a região da Serra do Mar paranaense representa um degrau entre o planalto interior e o litoral, assim como uma serra marginal bem delimitada com elevações entre 500 e 1.000 m sobre o nível geral do primeiro planalto (Maack, 1947). De acordo com Oka-Fiori e outros (2006), predominam escarpas e morros da Serra do Mar e morros baixos e litorâneos. A formação fitogeográfica do é tipo floresta ombrófila densa, submontana, montana e altomontana (ITCG, 2009). Quanto à cobertura pedológica, o cambissolo é a tipologia mais frequente, com ocorrências de latossolos nas áreas mais baixas do relevo e afloramentos de rochas em cotas mais elevadas e nas encostas mais íngremes predominam os neossolos com presença de saprolitos rasos e solos coluvionares em encostas menos íngremes (ITCG, 2008; Picanço et al., 2016).

O clima na região da Serra da Prata é Cfa (subtropical úmido com verão quente) nas altitudes até 700 m e Cfb (subtropical mesotérmico com verão ameno) nas altitudes acima de 700 m e as temperaturas variam entre -3 °C nos meses mais frios, e mais de 22 °C nos meses mais quentes (Koppen, 1936; Blum; Roderjan; Galvão, 2011). Quanto à precipitação média mensal (entre os anos de 1970 e 2000), os valores da Serra da Prata variam entre 333,70 mm (janeiro) e 91 mm (agosto) (Águas Paraná, [2018]).

Itaoca está no contexto geomorfológico da Serra do Mar e do Vale do Ribeira, onde o rio Ribeira exerce forte influência no modelado do relevo, juntamente com a geologia e a erosão diferencial, interrompendo o traçado contínuo da Serra do Mar no litoral do estado de São Paulo, que ressurge na divisa do Paraná (Almeida, 1964; Ross, 2002). Sua geologia é predominantemente constituída por rochas pré-cambrianas, com menos rochas intrusivas mesozoicas e unidades sedimentares fanerozoicas (Faleiros; Morais; Costa, V., 2012, p. 21) que outras áreas na Serra do Mar. O maciço Itaoca (granito Itaoca, suíte Itaoca), composto por rochas graníticas, ocupa 80% da área do município (Perrotta et al., 2006), e todas as bacias estão situadas sobre ele (Figura 3).

Figura 3 – Geologia e geomorfologia do município de Itaoca/SP, com destaque para as bacias estudadas na área



fonte: Elaborada pelas autoras a partir do mapa geológico de Perrotta e outros (2005) e do mapa geomorfológico do IPT (1981).

A formação fitogeográfica do tipo floresta ombrófila densa, com transições para a floresta ombrófila mista (IF, [20--]). Quanto à cobertura pedológica, em Itaoca prevalecem nas encostas com maior inclinação e nas áreas de domínio dos quartzitos os cambissolos associados a neossolos e afloramentos rochosos. Já nos setores com menor inclinação, ocorrem os solos

do tipo argissolo vermelho-amarelo e latossolos amarelos e vermelho-amarelos álicos de textura argilosa (Ross, 2002; Rossi, 2017; Carou, 2019; Coelho et al., 2021).

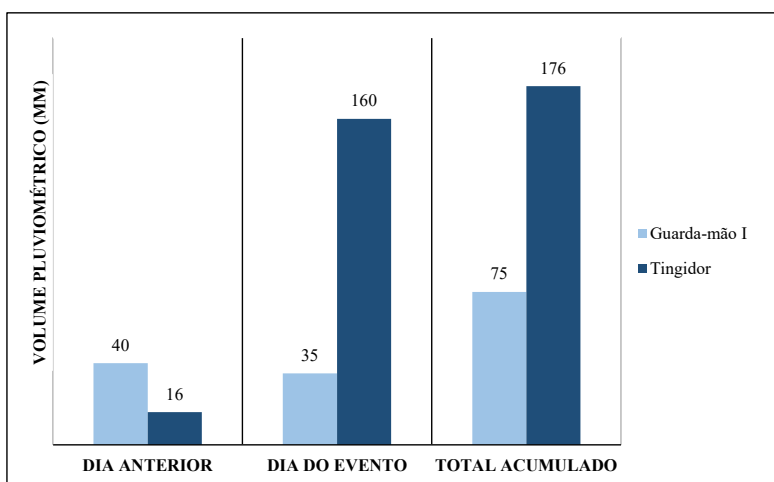
O clima na região de Itaoca é do tipo Cfa, com temperatura média variando entre 25,3 °C, no mês mais quente, a 16,7 °C, no mês mais frio, segundo média mensal entre os anos de 2011 e 2018 (Ciiagro, [s.d.]). Quanto à precipitação média mensal (entre os anos de 1970 e 2000), os valores de Itaoca variam entre 219,85 mm (janeiro) e 64,25 mm (julho) (Dae, [s.d.]).

Ocorrência de corrida de detritos: bacias do rio Tingidor (Serra da Prata/PR) e Guarda-Mão I (Itaoca/SP)

A bacia Tingidor é um dos afluentes da bacia Jacareí. Tem 2,02 km² e hierarquia de drenagem de 3° ordem (Strahler, 1952, 1957). Em 11 de março de 2011, um volume pluviométrico acumulado estimado de 176 mm em 24 horas concorreu para a deflagração de corridas de detritos (Figura 2) a partir aporte de material oriundo dos escorregamentos, atingindo as drenagens já saturadas e dando início ao processo de transporte e mobilização de materiais diversos, que chegaram até as porções mais baixas do relevo, inclusive ao rio principal da bacia Jacareí, atingindo a rodovia de acesso ao litoral (Picanço et al., 2016; Silveira et al., 2012) (Figura 5a-b).

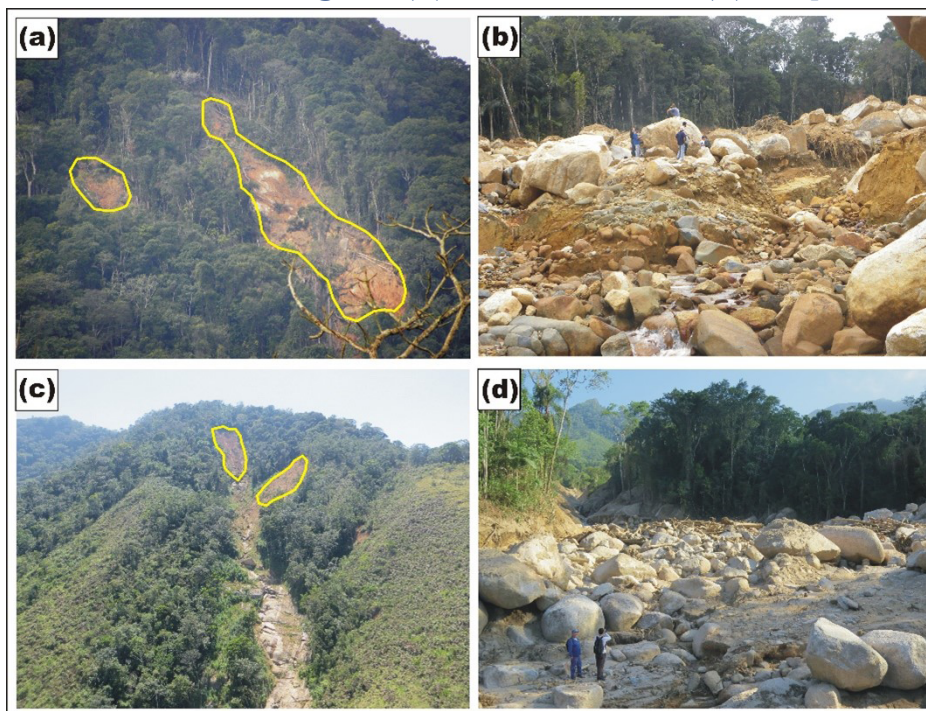
A bacia Guarda-Mão I tem 3,74 km² e 4° ordem na hierarquização de drenagem de Strahler (1952, 1957). Em 13 de janeiro de 2014, a bacia foi uma das mais atingidas pelo processo de corridas de detritos, se destacando devido ao tamanho e volume dos materiais transportados (blocos e matéria orgânica) (Brollo et al., 2015; Gramani; Martins, V., 2016). O volume pluviométrico acumulado estimado para a deflagração do evento foi 75 mm em 24 horas (Figura 4), aproximadamente 100 mm a menos do que na bacia Tingidor. As corridas de detritos foram deflagradas pelo aporte de materiais oriundos de escorregamentos, que atingiram as drenagens já saturadas, e remobilização de materiais já localizados na drenagem, provocando erosão das margens ao longo de seu trajeto. A corrida atingiu as porções mais baixas do relevo, causando danos a moradias e intensa modificação na paisagem, com a deposição de blocos de mais de 2 metros de diâmetro (Figura 5c-d).

Figura 4 – Volume total acumulado nas áreas de estudo



fonte dos dados: *Global Precipitation Measurement (GPM)* da Nasa.

Figura 5 – Escorregamentos nas encostas (a e c) que deflagraram as corridas de detritos nas bacias Tingidor (b) e Guarda-Mão I (d), respectivamente



fonte: Fotografias de Bianca Carvalho Vieira, 2011 (a e b), e Marcelo Fischer Gramani, 2014 (c e d).

Material e métodos

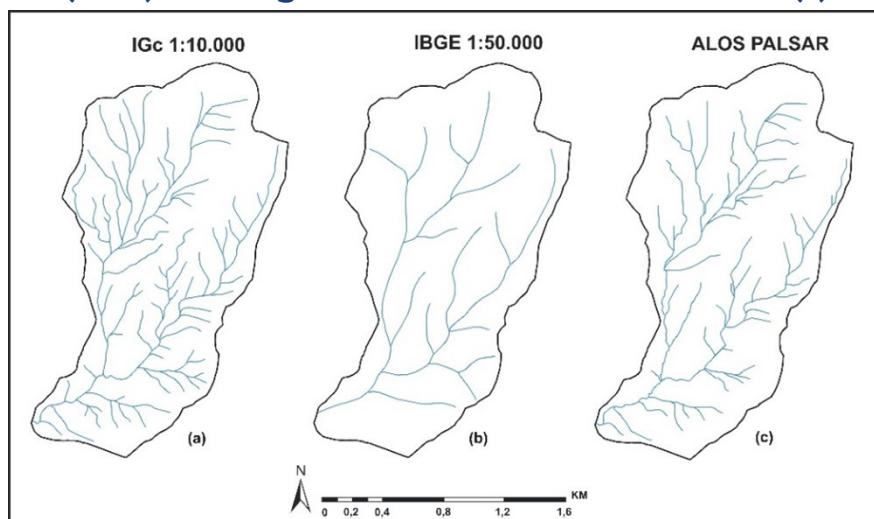
Preparação da base de dados

Apesar da disponibilidade de bases em maior detalhe, estas encontram-se em diferentes escalas, inadequadas para fins de comparação. Assim, optou-se pelo uso do modelo digital de elevação (MDE) Alos Palsar, com resolução de 12,5 metros (Barra Rocha et al., 2017).

Com base nesse MDE, procedeu-se à extração da drenagem e à álgebra de mapas no *software* ArcGIS 10.2 para definir o limiar de extração da drenagem em que foi estabelecido um mínimo de pixels considerado na formação da drenagem. Nesse caso, optou-se pelo teste de vários limiares, tomando como referência a drenagem disponível em escala 1:10.000 para Itaoca. Os testes indicaram o limiar $> 100,1$ como aquele cuja identificação das drenagens mais se aproximou da que se vê na carta do Instituto Geográfico e Cartográfico (IGc). O mesmo limiar foi utilizado para definir a drenagem em todas as bacias.

Depois dessa etapa, usou-se a ferramenta Stream to Feature para transformar a drenagem em *shapefile* e sua correção tomando como referência imagens do Google Earth georreferenciadas e ortofotos da Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A (Emplasa) de 2010-2011, de onde foram excluídas drenagens duplicadas e/ou inexistentes e a correção de alguns canais (Figura 6).

Figura 6 – Comparação entre drenagens de cartas topográficas (a e b) e drenagem extraída de MDE Alos Palsar (c)



Parâmetros morfométricos e análise estatística

A avaliação das características morfométricas e sua relação com a ocorrência de corridas de detritos vêm sendo estudadas desde meados dos anos 1980, destacando-se pesquisas realizadas no hemisfério norte, em ambiente temperado (VanDine, 1985; Jakob, 1996; Scally; Slaymaker; Owens, 2001; Wilford et al., 2004; Kovanen; Slaymaker, 2008; Portilla; Chevalier; Hürlimann, 2010; Welsh; Davies, 2011; Ilinca, 2021; Zubrycky et al., 2021) e em ambiente tropical (Augusto Filho, 1993; Vieira et al., 1997; Kanji; Gramani, 2001; Chen; Yu, 2011; Dias, V.; Vieira; Gramani, 2016; Gomes, 2016; Picanço et al., 2016; Cerri et al., 2018; Lima; Fernandes; Vargas Junior, 2020), as quais serviram de fonte para a seleção dos parâmetros mais relevantes no estudo das corridas de detritos.

Com base no MDE e na rede de drenagem, mapearam-se os parâmetros morfométricos: área planimétrica da bacia (A), gradiente altimétrico (variação altimétrica da área de iniciação da corrida a partir do perfil longitudinal no canal principal; ΔPl), hierarquia de drenagem (quantificação dos canais na bacia a partir do método de Shreve (1966), Hd), densidade de drenagem (comprimento total dos canais dividido pela área da bacia, Dd), porcentagem de área da bacia com ângulo maior que 25° ($A25$), índice de rugosidade (amplitude altimétrica multiplicada pela densidade de drenagem, Ir), relação de relevo (relação entre as altitudes máxima e mínima da bacia, Rr), comprimento da bacia (distância em linha reta da foz ao limite a montante da bacia, Cb), amplitude altimétrica (ΔA) e índice de Melton (amplitude altimétrica dividida pela raiz quadrada da área da bacia, M).

Obtidos todos os parâmetros, seguiu-se a análise estatística, para avaliar sua relação com a ocorrência de corridas de detritos. Inicialmente, aplicou-se o teste estatístico Shapiro-Wilk, visando avaliar a normalidade dos dados, e então foi feita estatística descritiva. Em seguida, plotaram-se os parâmetros em *box plot* para estabelecer um limiar no qual as corridas de detritos podem ocorrer com base nos resultados dos parâmetros, diferenciando as bacias com e sem ocorrência de corridas de detritos.

Índice de magnitude e suscetibilidade

O índice foi proposto e calibrado a partir dos resultados da avaliação das *bacias com e sem ocorrências recentes* de corrida de detritos, tendo como base o índice proposto por Dias, V. (2017). Para a ponderação, baseou-se na proposta de Kanji e Gramani (2001) e da relação dos parâmetros nas bacias com e sem ocorrência com a magnitude dos eventos.

Resultados e discussão

Análise dos parâmetros morfométricos

Os resultados indicam que, apesar de estarem de acordo com o esperado para bacias situadas em regiões montanhosas como a Serra do Mar (Tabelas 1 e 2). Os parâmetros que apresentaram maior variação foram *área da bacia (A)*, gradiente altimétrico (ΔPI), hierarquia de drenagem (Hd), área acima de 25° ($A25$), índice de rugosidade (I_r), amplitude altimétrica (ΔA) e índice de Melton (M).

Os valores da *área das bacias (A)* variaram entre 2 e 4,5 km² (média de 3,2 km²). Embora consideradas bacias pequenas e, nesse sentido, mais suscetíveis a corridas de detritos (Slaymaker, 1990), quando associada a outras características morfométricas, tal variação pode reduzir sua suscetibilidade.

O gradiente altimétrico (ΔPI) apresentou valores entre 224 e 352 m (média 302,5 m). Sendo as corridas de detritos induzidas pela gravidade (Costa, J., 1984; Takahashi, 2007), quanto maior o gradiente e, portanto, o ângulo, maior o potencial de alcance do processo, podendo também influenciar outras características, como o transporte de materiais. Nesse sentido, os valores encontrados só na área de iniciação representam aproximadamente 1/3 do gradiente total observado nas bacias (ΔA), o que indica sua importância na deflagração do processo.

Tabela 1 – Estatística descritiva geral dos parâmetros morfométricos

parâmetros morfométrico	mínimo	máximo	média	desvio padrão
área (A)	2,02	4,52	3,2	1,13
gradiente altimétrico (perfil longitudinal) (ΔPI)	224	352	302,5	55,02
hierarquia de drenagem (Hd)	13	63	41	21,71
densidade de drenagem (Dd)	4,45	6,81	5,46	1,04
área > 25° ($A25$)	18,51	33,5	26,87	7,75
índice de rugosidade (I_r)	1.563,15	5.203,75	3.468,05	1.494,19
relação de relevo (Rr)	0,20	0,25	0,22	0,02
comprimento da bacia (Cb)	2,63	3,49	3,15	0,36
amplitude altimétrica (ΔA)	0,61	0,83	0,72	0,09
índice de Melton (M)	0,33	0,58	0,42	0,11

Relacionados ao potencial de escoamento das bacias, os parâmetros de hierarquia de drenagem (Hd) e de densidade de drenagem (Dd) apresentaram resultados distintos. Hd teve variação expressiva, com valores entre 13 e 63 (média 41), quanto Dd apresentou uma menor variação, com valores entre 4,45 e 6,81 m/km² (média 5,46 m/km²). Semelhante à Hd , o percentual da área acima de 25° ($A25$) também apresentou distinta variação, com valores entre 18,51 e 33,5 (média 26,87). Os valores observados na literatura para Dd e $A25$ também apresentaram variação, com valores entre 0,6 e 7,4 m/km² na Columbia Britânica, Canadá (Jakob, 1996); entre 1,57 e 2,12 m/km² na montanhas Stara Platina, Bulgária (Dotseva; Gerdjikov, 2020) e entre 1,71 e 3,74 m/km² na região da Serra do Mar em Caraguatatuba, Brasil (Dias, V.; Vieira; Gramani, 2016; Gomes, 2016; Dias, V. et al., 2021).

Relacionados à rugosidade da bacia e a seu potencial de produção de sedimentos, os parâmetros *índice de rugosidade* (Ir) e *relação de relevo* (Rr) mostraram resultados distintos. Enquanto Ir teve expressiva variação, com valores entre 1.563,15 e 5.203,75 (média 3.468,05), os valores de Rr foram próximos, entre 0,20 e 0,25 (média 0,22). Altos valores para Ir e Rr indicam bacias mais propensas a processos intensos, como corridas de detritos (Scally; Owens; Louis, 2010). De maneira análoga, foram semelhantes os valores do *comprimento da bacia* (Cb), que apresentaram pouca variação, com valores entre 2,63 e 3,49 (média 3,15). Apesar de Welsh e Davies (2011) indicarem Cb até 2,7 km em áreas com predisposição a corridas de detritos, ocorrências em diferentes localidades apresentam valores acima desse limiar (Cenderelli; Kite, 1998; Wilford et al., 2004; ; Owens; Louis, 2010; Chen; Yu, 2011; Scally), podendo chegar a 15,50 km, como observaram Nikolova, Kamburov e Rizova (2020) na Bulgária.

A amplitude altimétrica (ΔA) e o *índice de Melton* (M) também tiveram maior variação. Para ΔA , entre 0,61 e 0,83 (média 0,72), representando pouco mais de 200 m de diferença entre o menor e o maior valor, e para M entre 0,33 e 0,58 (média 0,42). Tal variação da ΔA foi também observada por Coe e outros (2021), Nikolova, Kamburov e Rizova (2020) e Picanço e outros (2016), com valores entre 0,13 e 1,11 km. Ressalta-se que os valores mais altos de M podem indicar bacias mais suscetíveis a determinados processos hidrogeomorfológicos como corridas de detritos (Welsh; Davies, 2011; Ilinca, 2021).

Parâmetros morfométricos x ocorrência de corrida de detritos

Na avaliação específica dos resultados obtidos em cada uma das bacias, foi possível entender algumas diferenças que podem ter contribuído para a ocorrência ou não de corridas de detritos mais recentes (Tabela 2). Nesse sentido, alguns parâmetros apresentaram maior discrepância entre os valores, especialmente ΔPl , Ir , Rr , ΔA e M .

Tabela 2 – Resultados dos parâmetros morfométricos específicos por bacia com e sem ocorrência de corrida de detritos

parâmetro morfométrico	sem ocorrência		com ocorrência	
	Guarda-Mão II	Gurutuba	Guarda-Mão I	Tingidor
área (A)	2,55	4,52	3,74	2,02
gradiente altimétrico (perfil longitudinal) (ΔPI)	312	224	352	322
hierarquia de drenagem (Hd)	36	63	52	13
densidade de drenagem (Dd)	6,81	4,86	5,75	4,45
área > 25° (A25)	18,51	33,45	33,5	22,05
índice de rugosidade (Ir)	1.563,15	3.407,29	5.203,75	3.698,01
relação de relevo (Rr)	0,23	0,20	0,23	0,25
comprimento da bacia (Cb)	2,63	3,49	3,3	3,5
amplitude altimétrica (ΔA)	0,613	0,701	0,753	0,83
índice de Melton (M)	0,38	0,33	0,39	0,58

Quanto à *A*, apesar dos valores similares, as bacias com ocorrência de corridas de detritos apresentaram média menor do que as bacias sem ocorrência de corridas de detritos (Figura 7a). Independentemente da pequena variação entre as bacias sem e com ocorrência, é possível observar que estas têm maior ΔPI e menor variação. O valor médio também merece destaque, com média pouco abaixo de 340 m nas bacias com ocorrência e abaixo de 300 m nas bacias sem ocorrência (Figura 7b).

Os valores de *Hd* apresentaram diferenças quanto à média, com as bacias sem corridas com valor superior (36 e 63) as bacias com corridas (52 e 13). É possível verificar também que as bacias sem ocorrência têm uma distribuição mais equilibrada, com menor variação entre mínima e máxima (Figura 7c). Os resultados de *Dd* seguem a mesma dinâmica, com as bacias sem ocorrência apresentando média maior, no entanto, as bacias com ocorrência apresentam distribuição mais equilibrada (Figura 7d). Quanto à *A25*, apesar de a média das bacias com ocorrência ser maior, a distribuição dos valores se mostrou semelhante nos dois casos (Figura 7e).

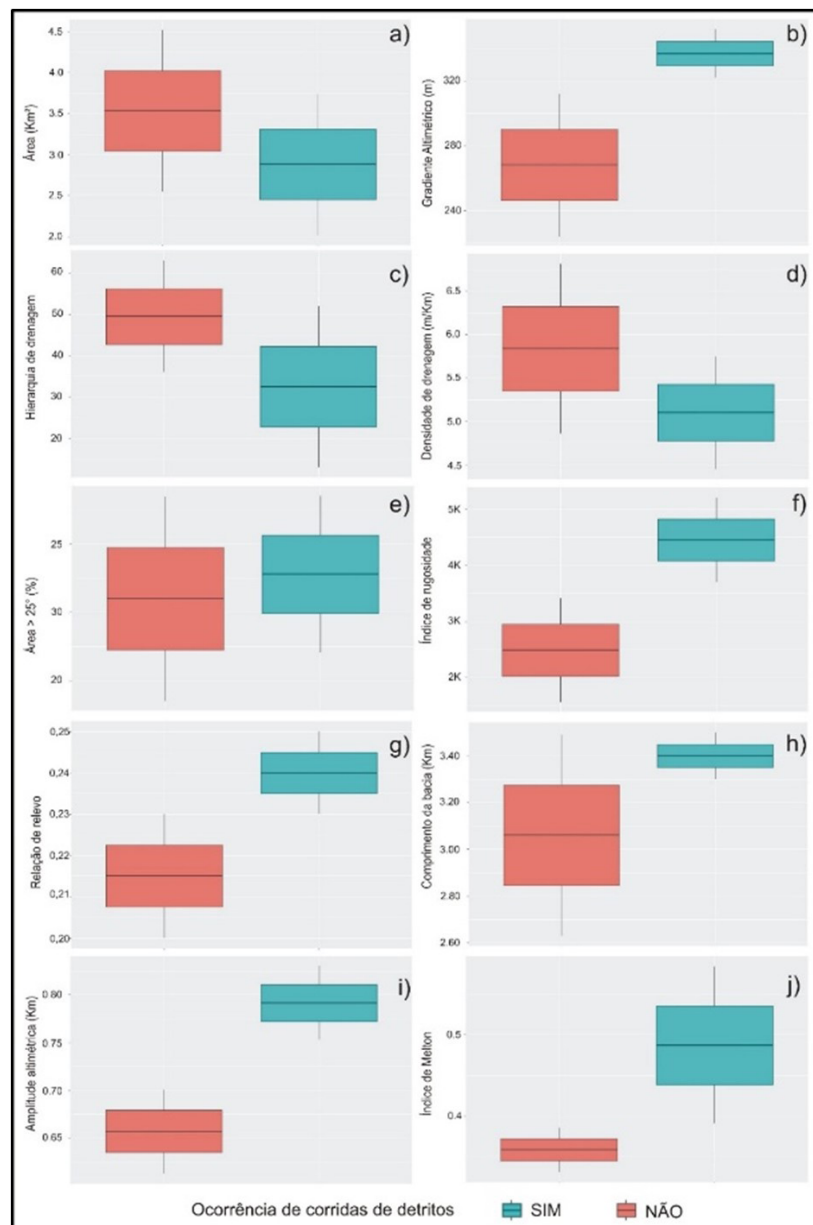
Os valores de *Ir*, *Rr*, *Cb*, ΔA e *M* mostraram uma maior distinção entre as bacias. Para *Ir*, apesar de ser considerado um valor alto para todas as áreas, a média para as bacias com ocorrência foi superior a 4.000, com destaque para o valor da bacia Guarda-Mão I (5.203,75). As bacias sem ocorrências, por outro lado, apresentaram média inferior a 3.500,0 (Figura 7f).

Rr apresentou resultados semelhantes ao anterior, com os valores próximos em todas as bacias (0,20-0,25). Apesar disso, as bacias com ocorrência mostraram uma distribuição dos dados com valor superior ao das bacias sem ocorrência (Figura 7g). Destacam-se aqui as bacias Tingidor (com ocorrência) e Gurutuba (sem ocorrência), que apresentaram a maior variação (0,25 e 0,20, respectivamente). As bacias Guarda-Mão I e II apresentaram o mesmo valor (0,23), o que pode ter sido acontecido por serem bacias “irmãs” ou contíguas, explicando a semelhança dos resultados de alguns parâmetros.

Quanto ao C_b , os resultados foram semelhantes, com maior variação dos valores nas bacias sem ocorrência (2,63 e 3,49 km). As bacias com ocorrência apresentaram valores mais próximos (3,3 e 3,5 km) (Figura 7h). A ΔA obteve uma maior discrepância entre as bacias com e sem ocorrência (Figura 7i), com as primeiras apresentando maiores valores (0,75 e 0,83). Os valores para as bacias sem ocorrência ficaram abaixo do menor valor para as com ocorrência (0,70 e 0,61), o que demonstra a maior suscetibilidade das áreas mais escarpadas e com maior variação altimétrica.

Por fim, os resultados para o M também apresentaram maior variação entre as bacias, no entanto, as bacias com ocorrência mostraram maior variação dos valores (0,39 e 0,58), enquanto os valores para as bacias sem ocorrência foram mais próximos (0,33 e 0,38) (Figura 7j). Tal como no parâmetro R_r , os valores para M foram próximos nas bacias Guarda-Mão I e II.

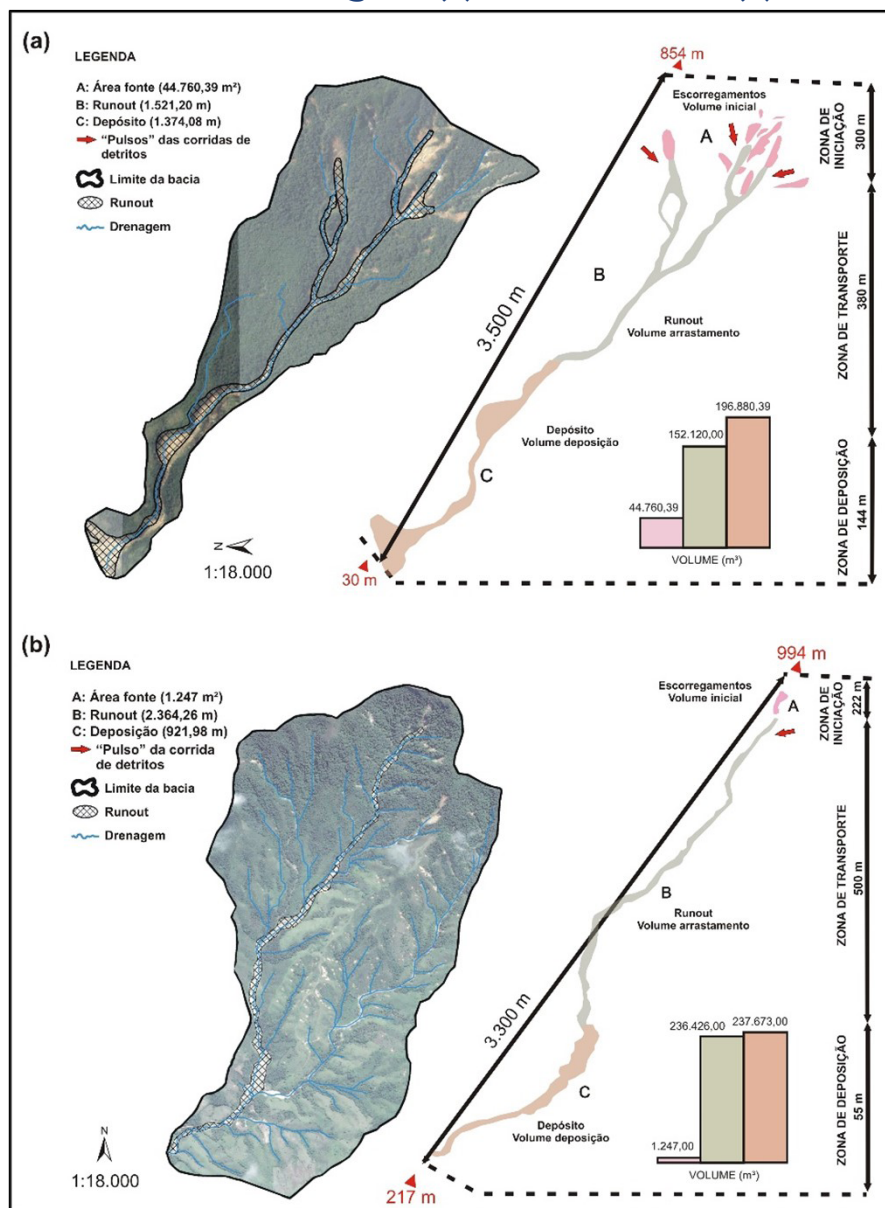
Figura 7 – Box plot dos parâmetros morfométricos considerando bacias com e sem ocorrência de corrida de detritos



Parâmetros morfométricos x magnitude das ocorrências

Conforme caracterização dos eventos realizada por Dias, V., McDougall e Vieira (2022), ambas as ocorrências apresentaram semelhanças quanto ao volume e à magnitude final do processo de corrida de detritos. As bacias Tingidor e Guarda-Mão I mostraram-se diferentes quanto ao desenvolvimento do processo: o processo na Tingidor se originou a partir de aproximadamente nove escorregamentos nas encostas, dando origem a três fluxos que convergiram para a drenagem principal, com um elevado volume de sedimentos providos dos escorregamentos na iniciação do processo (Figura 8a). Em contrapartida, a corrida de detritos na bacia Guarda-Mão I teve início a partir de um único escorregamento com um volume inicial menor, mas, apesar disso, o volume final estimado mobilizado pelo processo foi maior na Guarda-Mão I que na Tingidor (Figura 8b).

Figura 8 – Resumo da ocorrência de corridas de detritos nas bacias Tingidor (a) e Guarda-Mão I (b)



fonte: Elaborado pelas autoras a partir dos dados de Dias, V., McDougall e Vieira (2022).

A bacia Guarda-Mão I apresentou seis parâmetros com valores mais críticos, A , ΔPl , Hd , Dd , $A25$ e Ir , e a bacia Tingidor apresentou quatro parâmetros com valores mais críticos, Rr , Cb , ΔA e M . Esses valores mais críticos de alguns parâmetros morfométricos podem ter concorrido para a especificidade dos processos, considerando a suscetibilidade à ocorrência de corridas de detritos.

Os maiores valores dos parâmetros ΔPl e $A25$ indicaram um maior gradiente da bacia Guarda-Mão I, favorecendo a iniciação e o transporte da corrida de detritos. O maior valor de Ir também indica que a bacia tem mais potencial para gerar sedimentos. Tal conjuntura pode ter concorrido para a maior produção de sedimentos a partir do processo de arrastamento, uma vez que o fluxo tem um percurso contínuo e em amplo declive, o que favorece a produção de volume por meio do arrastamento (Pirulli; Pastor, 2012). Da mesma forma, os maiores valores de A , Hd e Dd concorrem para a maior intensidade dos processos hidrodinâmicos por favorecer o escoamento e a ocorrência de cheias relâmpago na bacia.

Já na bacia Tingidor, ΔA e Cb podem ter concorrido para a iniciação e o transporte da corrida de detritos, que, nesse caso, teve um volume inicial muito maior do que o da bacia Guarda-Mão I. Aqui, a produção de sedimentos por meio do processo de arrastamento foi menos expressiva do que na bacia Guarda-Mão I, dada as diferenças geomorfológicas da bacia e a iniciação em diferentes frentes, impedindo o fluxo de seguir um percurso contínuo até a área de deposição. Por sua vez, o maior valor de Rr indica uma maior variação altimétrica na bacia Tingidor, assim como potencial de produção de sedimentos. Por fim, o maior valor de M indica as corridas de detritos como processo hidrogeomorfológico predominante na bacia.

Índice de suscetibilidade de bacias hidrográficas à ocorrência de corridas de detritos

Com base nos resultados da avaliação morfométrica das bacias com e sem ocorrência recente de corridas de detritos, foi proposto um índice de classificação das bacias de acordo com a sua suscetibilidade ao processo (Figura 9). Intervalos e pesos foram atribuídos com base nos parâmetros que obtiveram valores mais críticos nas bacias com ocorrência do que nas sem ocorrência.

Figura 9 – Índice de potencial de magnitude e suscetibilidade modificado

I					II		
PARÂMETRO	PESO	INTERVALO	NOTA	CLASSE	TOTAL	CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
ΔPi	1,5	< 275	2,5	1	> 90	Muito alto	Ocorrência de impacto muito alto, podendo destruir partes de uma cidade, destruir parte de infraestruturas, pontes, bloquear canais, entulhar vales e criar barragens de materiais nos rios.
		275 - 300	5	2			
		300 - 325	7,5	3			
		> 325	10	4			
I_r	1,5	< 2.500	2,5	1	75 - 90	Alto	Ocorrência de alto impacto, podendo destruir partes de um vilarejo, destruir parte de infraestruturas, pontes e bloquear canais e pequenos rios.
		2.500 - 3.500	5	2			
		3.500 - 4.500	7,5	3			
		> 4.500	10	4			
R_r	1,5	< 0,20	2,5	1	75 - 60	Médio	Ocorrência de médio impacto, podendo destruir grandes construções, destruir pontes de concreto, bloquear ou danificar estradas e dutos.
		0,20 - 0,25	5	2			
		0,25 - 0,30	7,5	3			
		> 0,30	10	4			
ΔA	1,5	< 0,650	2,5	1	60 - 45	Baixo	Ocorrência de pequeno impacto, podendo causar danos localizados à pequenas construções.
		0,650 - 0,700	5	2			
		0,700 - 0,750	7,5	3			
		> 0,750	10	4			
M	1,5	< 0,30	2,5	1	< 45	Muito baixo	Ocorrência de pequeno impacto, restringido à modificações no canal de drenagem.
		0,30 - 0,40	5	2			
		0,40 - 0,50	7,5	3			
		> 0,50	10	4			
A_{25}	1	< 15	2,5	1			
		15 - 25	5	2			
		25 - 35	7,5	3			
		> 35	10	4			
C_b	0,5	< 1,5	2,5	1			
		1,5 - 2,5	5	2			
		2,5 - 3,5	7,5	3			
		> 3,5	10	4			
D_d	0,5	< 1,5	2,5	1			
		1,5 - 2,5	5	2			
		2,5 - 3,5	7,5	3			
		> 3,5	10	4			
H_d	0,5	< 20	2,5	1			
		20 - 40	5	2			
		40 - 60	7,5	3			
		> 60	10	4			

As bacias Tingidor e Guarda-Mão I foram classificadas como de nível alto para ocorrência de corridas de detritos, enquanto as bacias Guarda-Mão II e Gurutuba foram classificadas como de nível baixo (Tabela 3). Considerando os resultados obtidos sobre ocorrência de corridas de detritos, a classificação das bacias em nível alto mostra-se adequada, sobretudo quanto à diferença da ponderação final nas bacias Tingidor e Guarda-Mão I, que refletiu as diferenças morfométricas das bacias e das corridas de detritos. Considerando as bacias sem ocorrência, o resultado da ponderação final também se mostrou adequado, com a bacia Gurutuba apresentando maior valor que a do Guarda-Mão II, dados os valores mais críticos em determinados parâmetros (ex. I_r e A_{25}) em comparação com a última.

Tabela 3 – Resultados da aplicação do índice de potencial de magnitude e suscetibilidade: volume obtido (VO) e volume ponderado (VP)

parâmetro	Tingidor		Guarda-Mão I		Guarda-Mão II		Gurutuba	
	VO	VP	VO	VP	VO	VP	VO	VP
ΔPi	322	11,25	352	15	312	11,25	224	3,75
I_r	3.698,01	11,25	5.203,75	15	1.563,15	3,75	3.407,29	7,5
R_r	0,25	7,5	0,23	7,5	0,23	7,5	0,2	7,5
ΔA	0,83	15	0,753	15	0,613	3,75	0,701	11,25
M	0,58	15	0,38	7,5	0,38	7,5	0,33	7,5
A_{25}	22,05	5	33,50	7,5	18,51	2,5	33,45	7,5
H_d	13	1,25	52	5	36	2,5	63	5
D_d	4,45	5	5,75	5	6,81	5	4,86	5
C_b	3,50	5	3,30	3,75	2,63	2,5	3,49	3,75
ponderação e classificação	76,25		81,25		46,25		58,75	

O intervalo de classificação e valor de ponderação dos parâmetros ΔPl , Ir , Rr , ΔA e M , resultaram em uma classificação mais representativa das características das bacias. Para a ΔPl , apenas a Guarda-Mão I obteve valor máximo de ponderação (15), seguida pelas bacias Tingidor e Guarda-Mão II (ambas com 11,25) e a bacia Gurutuba, com o menor valor (3,75).

Para o parâmetro Ir , apenas a bacia Guarda-Mão I obteve o maior valor de ponderação (15), seguida pela bacia Tingidor, que obteve o segundo maior valor (11,25). As bacias Gurutuba e Guarda-Mão II obtiveram os menores valores 7,5 e 3,75, respectivamente. Já para Rr , todas as bacias obtiveram o mesmo valor de ponderação (7,5).

Os parâmetros ΔA e M se mostraram representativos entre as bacias com e sem ocorrência. As bacias Tingidor e Guarda-Mão I foram classificadas com o maior valor de ponderação (15), enquanto as bacias Guarda-Mão II e Gurutuba ficaram com valor ponderado mais baixo (3,75 e 11,25, respectivamente). Já para o M , a bacia Tingidor obteve o maior valor entre as bacias (15), enquanto as demais ficaram com valor ponderado inferior (7,5).

Quanto ao $A25$, as bacias Guarda-Mão I e Gurutuba apresentaram o maior valor de ponderação (7,5), seguidas pela bacia Tingidor (5) e a bacia Guarda-Mão II (2,5). Semelhantemente os parâmetros Dd e Hd , culminando com valores mais equilibrados entre as bacias. Para Dd todas as bacias obtiveram o valor de ponderação máximo (5); já para Hd as bacias Guarda-Mão I e Gurutuba ficaram com o maior valor de ponderação (5), seguidas pelas bacias Guarda-Mão II (2,5) e Tingidor, que obteve o menor valor (1,25).

Por fim, para o Cb , a bacia Tingidor obteve o maior valor ponderado (5), seguida pelas bacias Guarda-Mão I e Gurutuba, ambas com valor ponderado de 3,75. A bacia Guarda-Mão II obteve o menor valor (2,5).

Conclusões

Esta pesquisa visa contribuir para a compreensão da dinâmica das corridas de detritos no Brasil, sobretudo avaliando sua relação com as características morfométricas das bacias. A partir da avaliação dos parâmetros morfométricos nas bacias afetadas por corridas de detritos em 2011 e 2014 e da comparação com as bacias sem ocorrências, foi possível verificar diferenças que podem ter concorrido não só para deflagrar os processos, como para as particularidades de cada evento. Os parâmetros isolados pouco expressam a influência na ocorrência ou não de corridas de detritos, exigindo uma avaliação conjunta entre parâmetros.

Os parâmetros ΔPl , Ir , Rr , ΔA e M apresentaram valores mais críticos nas bacias Tingidor e Guarda-Mão I. Nesse sentido, os resultados mostraram como um diferencial entre as bacias uma maior variação altimétrica e disponibilidade de sedimentos para transporte.

Na bacia Guarda-Mão I, o volume inicial menor e o maior volume produzido pelo processo de arrastamento podem ter gerado valores mais críticos dos parâmetros A , ΔPl , Hd , Dd , $A25$ e Ir . Os maiores valores de ΔPl e $A25$ contribuíram para o início do processo; Hd e Dd favoreceram mais escoamento e intensidade dos processos, e o valor mais crítico de Ir indicou maior produção e disponibilidade de sedimentos.

Na bacia Tingidor I, destacaram-se os parâmetros Rr , Cb , ΔA e M . A maior ΔA e Cb numa A menor pode ter concorrido para a intensidade e deflagração do processo por um volume

maior de sedimentos. Da mesma forma, além de ser um indicador de produção de sedimentos na bacia, a Rr também mostra a variação altimétrica da bacia, que a enquadra num patamar crítico considerando esses fatores. O maior valor de M indica o processo de corridas de detritos como predominante na bacia, diferentemente da bacia Guarda-Mão I.

O índice de suscetibilidade propiciou uma classificação condizente com os processos recentes. As bacias do Guarda-Mão II e Gurutuba foram classificadas como de suscetibilidade média, com impacto baixo e danos localizados em pequenas construções. Já as bacias Tingidor e Guarda-Mão I foram classificadas como de suscetibilidade alta, indicando um alto potencial de impacto em infraestruturas, podendo destruir partes de um vilarejo ou bloquear canais. De fato, esses aspectos foram verificados nas ocorrências nas duas bacias. Na bacia Tingidor, o material transportado obstruiu canais e destruiu moradias de alvenaria nas margens do rio. Na Guarda-Mão I, o grande volume de material transportado provocou o entulhamento do vale e soterrou e destruiu moradias de alvenaria, como agravante da enxurrada de detritos que se seguiu à deposição inicial, causando danos ao centro urbano do município.

Em todas as bacias com média e sobretudo alta suscetibilidade, fica evidente a importância de um monitoramento constante, a fim de evitar a reocupação da área e, conseqüentemente, atenuar ou mesmo evitar novas ocorrências catastróficas. Ressalta-se que o índice modificado foi aplicado e calibrado para bacias na Serra do Mar com áreas de mais de 10 km², tamanho indicado na literatura como mais propenso a corridas de detritos. Assim, numa aplicação em outras bacias, recomenda-se que se respeite esse limiar.

Referências

- AB'SABER, A. N. Contribuição à geomorfologia do litoral paulista. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 1, p. 3-48, 1955.
- ÁGUAS PARANÁ. Sistema de Informação Hidrológica. [2018]. Disponível em: <http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sih-web/gerarRelatorioTotaisMensaisPrecipitacao.do?action=carregarInterfacelInicial>.
- ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Geologia do Estado de São Paulo**, v. 41, p. 179, 1964.
- ALMEIDA, F. F. M.; CARNEIRO, C. D. R. Origem e evolução da Serra do Mar. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 28, n. 2, p. 135-150, 1998. doi: <https://doi.org/10.5327/rbg.v28i2.617>.
- ALTRICHTER, G.; GRAMANI, M. F. Deslizamentos e corrida de Lama no Km 52 da rodovia dos Imigrantes. 2014. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA, 17., 9-13 dez. 2014, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2014.
- AUGUSTO FILHO, O. O estudo das corridas de massa em regiões serranas tropicais: um exemplo de aplicação no município de Ubatuba, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 7., 1993, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, MG, 1993. p. 63-70.

- AVELAR, A. S.; COELHO NETTO, A. L.; LACERDA, W. A.; BECKER, L. B.; MENDONÇA, M. B. Mechanisms of the recent catastrophic landslides in the mountainous range of Rio de Janeiro, Brazil. **Landslide Science and Practice**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. p. 265-270. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-642-31337-0_34.
- BARRA ROCHA, C. H.; VASCONCELOS, D.; SOUZA, L. V.; SILVEIRA, F. J.; MACHADO, M. M. M.; ALMEIDA, L. L. Comparação de modelos digitais de elevação obtidos a partir de diferentes bases de dados: curvas de nível e pontos cotados IBGE, Lidar, SRTM e Alos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 27., 6-9 nov. 2017, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBC, 2017. p. 1302-1306.
- BIGARELLA, J. J.; KLEIN, R. M.; LANGE, R. B.; LOYOLA E SILVA, J.; LARACH, J. O. I.; RAUEN, M. J. **A Serra do Mar e a porção oriental do estado do Paraná: um problema de segurança ambiental e nacional**. Curitiba: Secretaria de Estado do Planejamento Associação de Defesa e Educação Ambiental, 1978.
- BITAR, O. Y. (Coord). **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: nota técnica explicativa**. São Paulo/Brasília: IPT/CPRM, 2014.
- BLUM, C. T.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F. O clima e sua influência na distribuição da floresta ombrófila densa na Serra da Prata, Morretes, Paraná. **Floresta**, v. 41, n. 3, p. 589-598, 2011. doi: <https://doi.org/10.5380/rf.v41i3.24052>.
- BROLLO, M. J.; SANTORO, J.; ROSSINI PENTEADO, D.; FERNANDES DA SILVA, P. C. RIBEIRO, R. R. Itaoca (SP): Histórico de acidentes e desastres relacionados a perigos geológicos. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 14., 26-29 out. 2015, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão, SP, 2015.
- CAROU, C. B. **Mineralogia do granito Itaoca e sua relação com a suscetibilidade a escorregamentos rasos da bacia do rio Gurutuba**. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. doi: <https://doi.org/10.11606/D.8.2019.tde-11122019-171423>.
- CENDERELLI, D. A.; KITE, J. S. Geomorphic effects of large debris flows on channel morphology at North Fork Mountain, eastern West Virginia, USA. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 23, n. 1, p. 1-19, 1998. doi: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9837\(199801\)23:1<1::AID-ESP814>3.0.CO;2-3](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9837(199801)23:1<1::AID-ESP814>3.0.CO;2-3).
- CERRI, R. I.; REIS, F. A. G. V.; GRAMANI, M. F.; GABELINI, B. M.; ZAINE, J. E.; SISTO, F. P.; GIORDANO, L. D. C. Análise da influência de atributos fisiográficos e morfométricos na definição da suscetibilidade de bacias hidrográficas à ocorrência de corridas de massa. **Geologia USP**, v. 18, n. 1, p. 35-50, 2018. (Série Científica,) doi: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v18-133737>.
- CHEN, C.-Y.; YU, F.-C. Morphometric analysis of debris flows and their source areas using GIS. **Geomorphology**, v. 129, n. 3-4, p. 387-397, 2011. doi: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.03.002>.

- CIIAGRO. CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS. Dados mensais no período de 01/01/2011 até 31/12/2018 no município de São Paulo. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/quadros/qtmedperiodo.asp>. Acesso em: 8 nov. 2021.
- COE, J. A.; BESSETTE-KIRTON, E. K.; BRIEN, D. L.; REID, M. E. Debris-flow growth in Puerto Rico during Hurricane Maria: preliminary results from analyses of pre- and post-event lidar data. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LANDSLIDES, 3., 15-19 jun. 2020, Cartagena. **Anais...** Cartagena, CO, 2021. Disponível em: <https://www.issmge.org/uploads/publications/105/106/ISL2020-7.pdf>.
- COELHO, R. D.; GOMES, M. C. V.; GRAMANI, M. F.; VIEIRA, B. C. Relationship between soil physical properties and landslides in Serra do Mar mountain range, Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LANDSLIDES, 3., 15-19 jun. 2020, Cartagena. **Anais...** Cartagena, CO, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/349506143_Relationship_between_soil_physical_properties_and_landslides_in_Serra_do_Mar_mountain_range_Brazil. Acesso em: 8 abr. 2022.
- COELHO NETTO, A. L.; SATO, A. M.; AVELAR, A. S.; VIANNA, L. G. G.; ARAÚJO, I. S.; FERREIRA, D. L. C.; LIMA, P. H.; SILVA, A. P. A.; SILVA, R. P. January 2011: the extreme landslide disaster in Brazil. **Landslide Science and Practice**, Berlin, v. 6, p. 377-384, 2013. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-642-31319-6_51.
- COSTA, J. E. Physical geomorphology of debris flows. In: COSTA, J. E.; FLEISHER, J. P. (Ed.). **Developments and applications of geomorphology**. New York: Springer, 1984. p. 268-317.
- CRUZ, O. **A serra do mar e o litoral na área de Caraguatatuba**: contribuição à geomorfologia litorânea tropical. Tese (Doutorado em Geomorfologia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1974.
- DAEE. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Banco de Dados Hidrológicos dos Municípios de São Paulo. Disponível em: <http://www.hidrologia.daee.sp.gov.br/>. Acesso em: 8 nov. 2021.
- DIAS, H. C.; GRAMANI, M. F.; GROHMANN, C. H.; BATEIRA, C. V. M.; VIEIRA, B. C. Statistical-based shallow landslide susceptibility assessment for a tropical environment: a case study in the southeastern Brazilian coast. **Natural Hazards**, v. 18, p. 205-223, 2021. doi: <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04676-y>.
- DIAS, V. C. **Corridas de detritos na Serra do Mar Paulista**: parâmetros morfológicos e índice de potencial de magnitude e suscetibilidade. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. doi: <https://doi.org/10.11606/D.8.2018.tde-02022018-120009>.
- DIAS, V. C.; McDOUGALL, S.; VIEIRA, B. C. Geomorphic analyses of two recent debris flows in Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 113, p. 103675, 2022. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103675>.

- DIAS, V. C.; VIEIRA, B. C.; GRAMANI, M. F. Parâmetros morfológicos e morfométricos como indicadores da magnitude das corridas de detritos na Serra do Mar Paulista. **Confinis**, v. 29, n. 29, p. 1-29, 2016. doi: <https://doi.org/10.4000/confinis.11444>.
- DIAS, V. C.; GRAMANI, M. F.; COELHO, R. D.; DIAS, H. C.; VIEIRA, B. C. Debris flows in a tropical environment: relation between magnitude, deposits and watershed morphometry. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LANDSLIDES, 3., 15-19 jun. 2020, Cartagena. **Anais...** Cartagena, CO, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/349502850_Debris_flows_in_a_tropical_environment_relation_between_magnitude_deposits_and_watershed_morphometry. Acesso em: 8 abr. 2022.
- DOTSEVA, Z.; GERDJIKOV, I. Assessment of debris flows-prone watersheds in southern slopes of Stara Planina Mountain by combined raster and morphometric analysis. **Journal of Mining and Geological Sciences**, v. 63, p. 302-307, 2020.
- FACURI, G. G.; PICANÇO, J. L. Evaluations and proposals for the debris flow hazard mapping method of the GIDES Project. **Landslides**, v. 18, p. 339-352, 2020. doi: <https://doi.org/10.1007/s10346-020-01480-w>.
- FALEIROS, F. M.; MORAIS, S. M.; COSTA, V. S. Geologia e recursos minerais da folha Apiaí SG.22-X-B-V. São Paulo: CPRM, 2012. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/11366>. Acesso em: 8 abr. 2022.
- FARIA, D. G. M.; SANTORO, J.; TOMINAGA, L. K.; BROLLO, M. J.; SILVA, P. F.; RIBEIRO, R. R. **Relatório do atendimento emergencial realizado pelo Instituto Geológico em Santa Catarina em razão do desastre ocorrido em novembro de 2008**. São Paulo: MIG, 2008.
- FERNANDES, N. F.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T.; VIEIRA, B. C.; MONTGOMERY, D. R.; GREENBERG, H. Condicionantes geomorfológicos dos deslizamentos nas encostas: avaliação de metodologias e aplicação de modelo de previsão de áreas susceptíveis. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, p. 51-71, 2001. doi: <https://doi.org/10.20502/rbg.v2i1.8>.
- FERREIRA, C. J.; ROSSINI-PENTEADO, D.; BROLLO, M.-J.; PICANÇO, J.; DA SILVA, M.; GUIMARAES, B. Debris flow hazard and susceptibility zonation in small watersheds in Itaoca municipality, São Paulo state, Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LANDSLIDES, 12., nov. 2016, Nápolis. **Anais...** Nápolis, IT, 2016. p. 893-900, 2016. doi: <https://doi.org/10.1201/b21520-105>.
- FERREIRA, T. L.; MARTINS, T. D. Análise da vulnerabilidade das edificações em áreas afetadas por movimentos de massa. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 41, p. 1-12, 2021. doi: <https://doi.org/10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2021.176904>.
- GOMES, M. C. V. **Corridas de detritos e as taxas de denudação a longo-termo da Serra do Mar/SP**. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. doi: <https://doi.org/10.11606/T.8.2017.tde-24022017-145209>.

- GRAMANI, M. F.; MARTINS, V. T. S. Debris flows occurrence by intense rains at Itaoca city, São Paulo, Brazil: field observations. In: AVERSA, SW.; CASCINI, L.; PICARELLI, L.; SCAVIA, C. (Ed.). **Landslides and engineered slopes: experience, theory and practice**. London: CRC, 2016. v. 1. p. 1011-1019. doi: <https://doi.org/10.1201/9781315375007-110>.
- GRAMANI, M. F.; OLIVITO, J. P. R.; AUGUSTO FILHO, O.; MAGALHÃES, F. S. Análise da potencialidade de geração de corridas de massa nos trechos serranos do duto OSBAT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 11., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABGE, 2005.
- GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. 2a ed. São Paulo: Blücher, 1984.
- IF. INSTITUTO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Inventário florestal da vegetação nativa do estado de São Paulo. [20--]. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/sifesp/2013/12/mapainventario.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2022.
- ILINCA, V. Using morphometrics to distinguish between debris flow, debris flood and flood (Southern Carpathians, Romania). **Catena**, v. 197, p. 104982, 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104982>.
- ITCG. INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS. Formações fitogeográficas: estado do Paraná. Escala 1:2.000.000. [S. l.]: 2009. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/mapa_fitogeografico_a3.pdf. Acesso em: 8 abr. 2022.
- ITCG. INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS. Solos: estado do Paraná. Escala 1:2.000.000. [S. l.]: 2008. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/mapa_solos.pdf. Acesso em: 8 abr. 2022.
- ITCG. INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS. Mapeamento Geológico do Paraná, escala 1:250.000. Folha Curitiba SG-22-X-D. [S. l.]: 2006. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Mapeamento-Geologico>. Acesso em: 8 abr. 2022.
- JAKOB, M. Debris-flow hazard analysis. In: JAKOB, M.; HUNGR, O. (ed.). **Debris-flow hazards and related phenomena**. [S. l.]: Springer, 2005. p. 442 - 474.
- JAKOB, M. **Morphometric and geotechnical controls of debris flow frequency and magnitude in Southwestern British Columbia**. Tesis (Doctor of Philosophy) – Faculty of Arts, University of British Columbia, Vancouver, CA, 1996. doi: <https://doi.org/10.14288/1.0087740>.
- JAKOB, M.; HUNGR, O. Introduction. In: JAKOB, M.; HUNGR, O. (Ed.). **Debris-flow hazards and related phenomena**. [S.l.]: Springer, 2005. p. 1-7.
- JICA. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. **The study on the disaster prevention and restoration project in Serra do Mar, Cubatão region, state of São Paulo**. [S.l.], 1991.

- JONES, F. O. Landslides of Rio de Janeiro and the Serra das Araras escarpment, Brazil. **Resport**. Washington, DC: [S.l.], 1973. doi: <https://doi.org/10.3133/pp697>.
- KANJI, M. A.; CRUZ, P.T.; MASSAD, F. Debris flow affecting the Cubatão Oil Refinery, Brazil. **Landslides**, v. 5, n. 1, p. 71-82, 2008. doi: <https://doi.org/10.1007/s10346-007-0110-3>.
- KANJI, M. A.; GRAMANI, M. F. Metodologia para determinação da vulnerabilidade a corridas de detritos em pequenas bacias hidráulicas. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 3., 2001, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Cobrae, 2001.
- KANJI, M. A.; MASSAD, F.; GRAMANI, M. F.; CRUZ, P.T. Debris flows (fluxos de detritos). In: GUNTER, W. M. R.; CICCOTTI, L.; RODRIGUES, A. C. (Ed.). **Desastres: múltiplas abordagens e desafios**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. p. 183-210.
- KOPPEN, W. **Das Geographische System der Klimate. Handbuch der Klimatologie** (The Geographical System of the Climate, Handbook of Climatology). Berlin: Gerbrüder Bornträger, 1936.
- KOVANEN, D. J.; SLAYMAKER, O. The morphometric and stratigraphic framework for estimates of debris flow incidence in the North Cascades foothills, Washington State, USA. **Geomorphology**, v. 99, n. 1-4, p. 224-245, Jul. 2008. doi: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.11.003>.
- LIMA, I. F.; FERNANDES, N. F.; VARGAS JUNIOR, E. A. Análise morfométrica em bacias afetadas por fluxos de detritos na Região Serrana do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 2, p. 400-419, 2020. doi: <https://doi.org/10.20502/rbg.v21i2.1515>.
- MAACK, R. Breves notícias sobre a geologia dos estados do Paraná e Santa Catarina. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 2, p. 66-154, 1947. doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-89132001000500010>.
- MARTINS, T. D.; OKA-FIORI, C.; VIEIRA, B. C.; BATEIRA, C. V. M.; MONTGOMERY, D. R. Avaliação de MDT na modelagem de instabilidade de vertentes. **Ra'Ega**, v. 41, n. Temático de Geomorfologia, p. 7-19, 2017. doi: <https://doi.org/10.5380/raega.v41i0.47607>.
- NIKOLOVA, V.; KAMBUROV, A.; RIZOVA, R. Morphometric analysis of debris flows basins in the Eastern Rhodopes (Bulgaria) using geospatial technologies. **Natural Hazards**, v. 105, p. 159-175, 2020. doi: <https://doi.org/10.1007/s11069-020-04301-4>.
- OKA-FIORI, C.; SANTOS, L. J. C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; BRISKI, S. J.; FELIPE, R. S. **Atlas geomorfológico do estado do Paraná**: escala base 1:250.000, modelos reduzidos 1:500.000. Curitiba: Mineropar, 2006. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-04/atlas_geomorforlogico_parana_2006.pdf. Acesso em: 8 abr. 2022.

- PERROTTA, M. M.; SALVADOR, E. D.; LOPES, R. C.; D'AGOSTINHO, L. Z.; CHIEREGATI, L. A.; PERUFFO, N.; GOMES, S. D.; SACHS, L. L. B.; MEIRA, V. T.; GARCIA, M. G. M.; LACERDA FILHO, J. V. **Mapa geológico do estado de São Paulo**: escala 1:750.000. São Paulo: RIGeo, 2006. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/2966>. Acesso em: 8 abr. 2022.
- PICANÇO, J. L.; TANAKA, H. S.; MESQUITA, M. J.; COSTA, V. V.; LUIZ, E. F. O.; LOPES, A. B. B.; AFONSO, F. K.; PIMENTA, V. Debris flow hazard zonation in Serra da Prata range, Paraná State, Brazil: Watershed morphometric constraints. **Landslides and Engineered Slopes. Experience, Theory and Practice**. [S. l.]: CRC Press, 2016. p. 1613-1619. doi: <https://doi.org/10.1201/9781315375007-189>.
- PIRULLI, M.; PASTOR, M. Numerical study on the entrainment of bed material into rapid landslides. **Géotechnique**, v. 62, n. 11, p. 959-972, Nov. 2012. doi: <https://doi.org/10.1680/geot.10.P074>.
- PLOEY, J.; CRUZ, O. Landslides in the Serra do Mar, Brazil. **Catena**, v. 6, n. 2, p. 111-122, 1979. doi: [https://doi.org/10.1016/0341-8162\(79\)90001-8](https://doi.org/10.1016/0341-8162(79)90001-8).
- PORTILLA, M.; CHEVALIER, G.; HÜRLIMANN, M. Description and analysis of the debris flows occurred during 2008 in the Eastern Pyrenees. **Natural Hazards and Earth System Science**, v. 10, n. 7, p. 1635-1645, 2010. doi: <https://doi.org/10.5194/nhess-10-1635-2010>.
- ROSS, J. L. S. A morfogênese da bacia do Ribeira do Iguape e os sistemas ambientais. **Geosp**, v. 12, n. 6, p. 21-46, 2002. doi: <https://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/123770>.
- ROSSI, M. **Mapa pedológico do estado de São Paulo**: revisado e ampliado. São Paulo: Memórias do Instituto Florestal, 2017. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/2017/09/mapa-pedologico-do-estado-de-sao-paulo-revisado-e-ampliado/>. Acesso em: 8 abr. 2022.
- SCALLY, F. A.; OWENS, I. F.; LOUIS, J. Controls on fan depositional processes in the schist ranges of the Southern Alps, New Zealand, and implications for debris-flow hazard assessment. **Geomorphology**, v. 122, n. 1-2, p. 99-116, 2010. doi: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.06.002>.
- SCALLY, F. A.; SLAYMAKER, O.; OWENS, I. F. Morphometric controls and basin response in the cascade mountains. **Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography**, v. 83, n. 3, p. 117-130, 2001. doi: <https://doi.org/10.1111/j.0435-3676.2001.00148.x>.
- SELBY, M. J. Mass wasting of soils. In: SELBY, M. J. **Hillslope materials and processes**. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 1993. p. 249-355.
- SHREVE, R. L. Statistical law of stream numbers. The **Journal of Geology**, v. 74, n. 1, p. 17-37, 1966. doi: <https://www.jstor.org/stable/30075174>.

- SILVEIRA, C. T.; FIORI, A. P.; FERREIRA, A. M.; FELIPE, R. S.; KEPEL FILHO, J. L.; FOLADOR, R. M.; COSTA, L. C. Análise do fator de segurança da estabilidade das vertentes na bacia do rio Jacareí, Serra do Mar paranaense. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n. 3, p. 287-297, 2012. doi: <https://doi.org/10.20502/rbg.v13i3.224>.
- SIMONI, A.; MAMMOLITI, M.; BERTI, M. Uncertainty of debris flow mobility relationships and its influence on the prediction of inundated areas. **Geomorphology**, v. 132, n. 3-4, p. 249-259, 2011. doi: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.05.013>.
- SLAYMAKER, O. Debris torrent hazard in Eastern Fraser and Coquihalla Valleys. **Western Geography**, v. 1, n. 1, p. 34-48, 1990. Disponível em: https://www.for.gov.bc.ca/hfd/library/ffip/Slaymaker_O1990WesternGeogr.pdf. Acesso em: 8 abr. 2022.
- SOUZA, L. M. **Vulnerabilidade da população e os processos de corridas de detritos e inundações bruscas**. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021. doi: <https://doi.org/10.11606/T.8.2021.tde-19052021-170904>.
- STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions American Geophysical Union**, v. 38, p. 913-920, 1957. doi: <https://doi.org/10.1029/TR038i006p00913>.
- STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. **Bulletin of the Geological Society of America**, v. 63, n. 11, p. 1117-1142, 1952. doi: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1952\)63\[1117:HAOET\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAOET]2.0.CO;2).
- TAKAHASHI, T. **Debris flow: mechanics, prediction and countermeasures**. London: Taylor & Francis, 2007.
- THURBER CONSULTANTS. **Debris torrent and flooding hazards, highway 99, howe sound**. Victoria, BC: Thurber Consultants, 1983.
- TOMAZZOLI, E. R.; FLORES, J. A. A.; BAUZYS, F. Movimentos de massa ocorridos no evento de novembro de 2008, no entorno do Morro do Baú, Vale do Itajaí (SC): caracterização geológico-geomorfológica. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 5., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Cobrae, 2009. p. 10.
- VanDINE, D. F. Debris flows and debris torrents in the Southern Canadian Cordillera. **Canadian Geotechnical Journal**, v. 22, n. 1, p. 44-68, 1 Feb. 1985. doi: <https://doi.org/10.1139/t85-006>.
- VIEIRA, B. C.; GRAMANI, M. F. Serra do Mar: the most “tormented” relief in Brazil. In: VIEIRA, B. C.; SALGADO, A. A. R.; SANTOS, L. J. C. (Ed.). **Landscapes and landforms of Brazil: world geomorphological landscapes**. Dordrecht, NL: Springer Netherlands, 2015. p. 285-297. doi: <https://doi.org/10.1007/978-94-017-8023-0>.

- VIEIRA, B. C.; FERNANDES, N. F.; AUGUSTO FILHO, O. Shallow landslide prediction in the Serra do Mar, São Paulo, Brazil. **Natural Hazards and Earth System Science**, v. 10, n. 9, p. 1829-1837, 2010. doi: <https://doi.org/10.5194/nhess-10-1829-2010>.
- VIEIRA, B. C.; FERNANDES, N. F.; AUGUSTO FILHO, O.; MARTINS, T. D.; MONTGOMERY, D. R. Assessing shallow landslide hazards using the TRIGRS and SHALSTAB models, Serra do Mar, Brazil. **Environmental Earth Sciences**, v. 77, n. 6, ART. 260, 2018. doi: <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7436-0>.
- VIEIRA, B. C.; VIEIRA, A. C. F.; FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Estudo comparativo dos movimentos de massa ocorridos em fevereiro de 1996 nas bacias do Quitite e do Papagaio (RJ): uma abordagem geomorfológica. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 2., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Cobrae, 2001. v. 1. p. 165-174.
- WELSH, A.; DAVIES, T. Identification of alluvial fans susceptible to debris-flow hazards. **Landslides**, v. 8, n. 2, p. 183-194, 2011. doi: <https://doi.org/10.1007/s10346-010-0238-4>.
- WILFORD, D. J.; SAKALS, M. E.; INNES, J. L.; SIDLE, R. C.; BERGERUD, W. A. Recognition of debris flow, debris flood and flood hazard through watershed morphometrics. **Landslides**, v. 1, n. 1, p. 61-66, 2004. doi: <https://doi.org/10.1007/s10346-003-0002-0>.
- ZUBRYCKY, S.; MITCHELL, A.; McDOUGALL, S.; STROUTH, J. A.; CLAGUE, J. J.; MENOUNOS, B. M. Exploring new methods to analyse spatial impact distributions on debris-flow fans using data from south-western British Columbia. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 46, n. 12, p. 2395-2413, 2021. doi: <https://doi.org/10.1002/esp.5184>.

Contribuição das autoras:

Vivian Cristina Dias: concepção e estruturação da pesquisa, preparação do material, coleta e levantamento dos dados, pesquisa bibliográfica, análise dos resultados e discussão dos resultados.

Bianca Carvalho Vieira: concepção e estruturação da pesquisa, apontamentos teóricos, estruturação do texto e discussão dos resultados.

Editor de Seção:

Fernando Nadal Junqueira Villela

Recebido em: 26 nov. 2021

Aprovado em: 20 abr. 2022