

OCORRÊNCIA DE FLUXO DE DETRITOS E SEUS ESTUDOS NO BRASIL

Kobiyama, M.¹; Michel, G.P.²;

¹IPH-UFRGS *Email*:masato.kobiyama@ufrgs.br;

²IPH-UFRGS *Email*:geanpmichel@gmail.com;

RESUMO:

Considerando o fluxo de detritos como um fluxo altamente destrutivo de mistura de sedimento e água, o presente trabalho realizou um levantamento de estudos técnico-científicos disponíveis na internet que abordaram fluxos de detritos que ocorreram no período de 1900-2013. Embora exista um aumento na ocorrência destes fenômenos a partir da década de 90, que resultou no aumento do número de publicações, este número ainda é pequeno, especialmente em revistas científicas.

PALAVRAS CHAVES:

Fluxo de detritos; Estudos científicos; Histórico

ABSTRACT:

Considering the debris flow as highly-destructive flow of mixture of sediment and water in a way where it is a gravity-governed continuous flow, the present work conducted a Web survey of technical-scientific studies that treated these phenomenons which occurred during the period 1900-2013. Although the increase of occurrence from the 90's decade caused the increase in the number of publication, there is still a small number of publications, especially in scientific journals.

KEYWORDS:

Debris flow; Scientific researches; History

INTRODUÇÃO:

Os fluxos de detritos (Debris Flow) cada vez mais frequentemente vêm causando graves prejuízos à sociedade e ao meio ambiente tanto no mundo quanto no Brasil. Isto implica na importância de mais pesquisas para compreender os mecanismos de tais fenômenos naturais e as medidas necessárias para reduzir os desastres relacionados aos mesmos. Nesta circunstância, a International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction and Assessment foi realizada em San Francisco (EUA) em 1997, Taipei (Taiwan) em 2000, Davos (Suíça) em 2003, Chengdu (China) em 2007, e Pádova (Itália) em 2011. Sua sexta edição será em Tsukuba (Japão) em 2015. Um evento similar que se chama International Conference on Monitoring, Simulation, Prevention

and Remediation of Dense and Debris Flow foi realizado quatro vezes: em Rhodes (Grécia) em 2006, New Forest (Inglaterra), Milano (Itália) em 2010 e Dubrovnik (Croácia) em 2012. Uma obra intitulada "Debris flows" de Takahashi (1991) publicada como série de monografia da International Association of Hydraulic Engineering and Research (IAHR) foi o primeiro livro sistematicamente escrito no mundo e foi estímulo para a comunidade científica. Hoje existem diversos livros que tratam exclusivamente deste fenômeno (por exemplo, ARMANININ e MICHIEU, 1997; JACOB e HUNGR, 2005; TAKAHASHI, 2007). Analisando os desastres relacionados a escorregamentos, Petley (2012) e Sepúlveda e Petley (submetido) demonstraram uma tendência na qual países que possuem elevado número de publicações de artigos científicos sobre escorregamentos sofrem menos com os desastres. Isso indica que a sociedade brasileira também precisa avançar mais em seus estudos sobre fluxo de detritos a fim de reduzir os desastres relacionados ao mesmo. Portanto, o objetivo do presente estudo foi verificar o conceito de fluxo de detritos e realizar uma investigação histórica e quantitativa sobre trabalhos técnico-científicos que abordam tal fenômeno no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS:

Takahashi (2007) definiu "debris flow" como um fluxo de mistura de sedimento e água que flui continuamente por ação da gravidade, e comentou que tal fenômeno tem uma enorme mobilidade. Segundo Iverson (2004), "debris flow" é um fenômeno transicional de movimento de massa cujas características alternam-se entre deslizamento e inundação. Coussot e Meunier (1996) consideraram fluxo de detritos como um fenômeno intermediário entre fluxo hiperconcentrado e escorregamento. Justamente por seu caráter transicional ou intermediário, existem diversas definições, e consequentemente imprecisões. O fenômeno é muito comum na região montanhosa. No Japão, "doseki-ryu" que significa fluxo de solo-rocha e "yama-tsunami" que significa tsunami na montanha são termos que correspondem a "debris flow". No Brasil, os termos que correspondem a "debris flow" são fluxo de detritos, fluxo de escombros, corrida de detritos, corrida de escombros, corrida de massa, entre outros. Conforme dicionário HOUAISS, "escombros" são entulhos ou destroços, e "detritos" são resíduos de uma substância, na geologia, são "sedimentos ou fragmentos desagregados de uma rocha, que irão constituir os depósitos sedimentares". Embora o dicionário MICHAELIS traduza "debris" como escombros, entulhos e fragmentos, o presente trabalho usa o termo técnico "fluxo de detritos" como a tradução para "debris flow". Mas no Brasil, existe uma diversidade de uso de diferentes termos tais como: fluxo (corrida/movimento/torrente) de detritos (escombros/massas). Considerando a diversidade de termos, o presente estudo procurou na internet artigos de encontros científicos e revistas e livros internacionais e nacionais na área de geociências e engenharia, buscando o maior número possível de trabalhos que abordaram os fluxos de detritos em português ou inglês. As informações trazidas em cada trabalho, como descrição do fenômeno e fotos, também foram utilizadas para julgar se este realmente abordou os fluxos de detritos ou não.

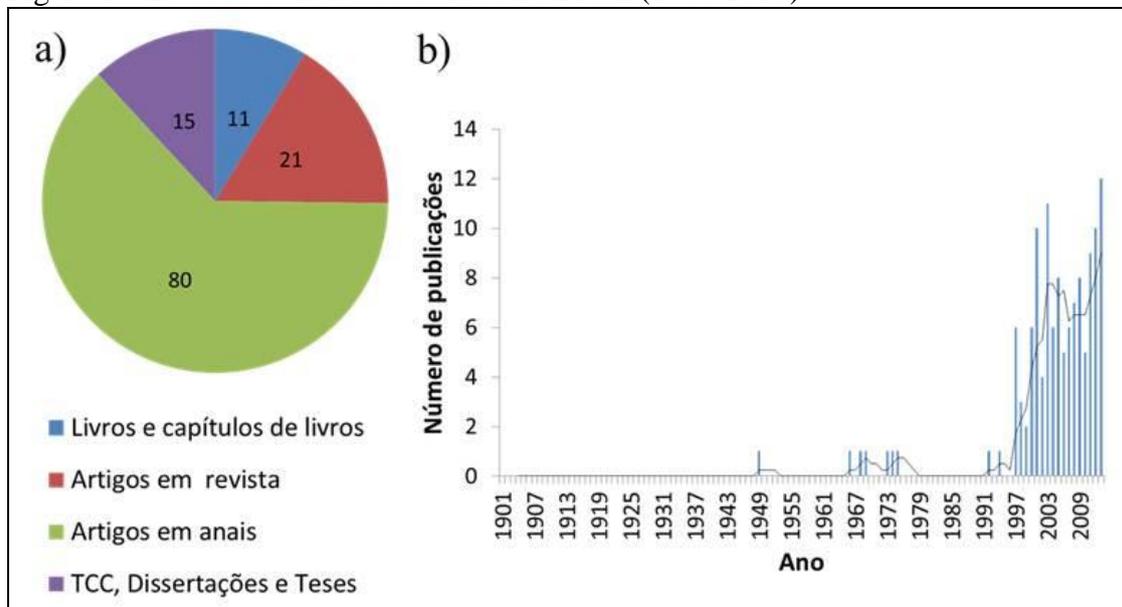
RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Takahashi (1983) relatou que Schlumberger (1882) foi um dos primeiros relatos sobre fluxo de detritos na literatura mundial. Segundo Corrêa Filho (1954), P. Anchieta descreveu sua experiência em Piratininga em 1560: “..., caiu com tanta violência que parecia ameaçar-nos o Senhor com a destruição; abalou as casas, arrebatoou os telhados e derribou as matas; a árvores de colossal altura arrancou pelas raízes, partiu pelo meio outras menores, despedaçou outras, de tal maneira que ficaram obstruídas as estradas, e nenhuma passagem havia pelos bosques, era para admirar quantos estragos de árvores e casas produziu no espaço de meia hora...” Essa descrição pode estar relacionada a ocorrência de fluxo de detritos (lamas). Depois disso, várias pessoas registraram os fluxos de detritos de forma mais ou menos científica. Na internet, encontraram-se no total 127 trabalhos no período de 1949 até 2013. Observou-se que muitos trabalhos brasileiros direta ou indiretamente adotam a classificação de Varnes (1978). A Fig.1(a) mostra os números dos trabalhos em quatro categorias: livros; artigos em revistas; em anais; e monografias (TCC, dissertação, tese, relatório). A figura demonstra que a maior parte das publicações é de artigos em anais. Isto implica que a qualidade da produção científica sobre tal fenômeno não é elevada no Brasil. Além disso, não há elevado número de livros científicos, o que demonstra a dificuldade de estudar sobre o assunto. A tendência histórica dos trabalhos no período de 1900 a 2013 está na Fig.1(b). Embora várias publicações tenham sido realizadas no período de 1966 a 1975, na década de 90 iniciou-se um aumento significativo das publicações. Okuda et al. (1977) mostraram pela primeira vez ao mundo uma filmagem do fluxo de detritos, o que significativamente facilitou o entendimento do mecanismo do mesmo. Analisando Marcelino et al. (2006), Tominaga et al. (2009), etc. buscou-se as ocorrências de fluxo de detritos no Brasil no período 1900-2013. Pode-se dizer que o mais antigo desastre causado por fluxo de detritos no Brasil, registrado tecnicamente, aconteceu em Santos em 1928, causando 80 mortes e destruição parcial do hospital Santa Casa. Apesar disto, a comunidade científica não o investigou. Na Tab.1, observa-se que no período 1966-1975 ocorreram desastres com fluxo de detritos de grande porte. Além disso, a partir da década de 90, fluxos de detritos que causam elevado número de fatalidades vêm acontecendo mais frequentemente. Observando a Fig.1 e a Tab.1, pode-se dizer que o número das publicações pode ser elevado com o aumento da ocorrência de fluxos de detritos. Segundo Below et al. (2009) que aborda a classificação do Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), apoiado pela ONU, o fluxo de detritos pertence à categoria de escorregamentos que enquadram-se na categoria movimento de massa úmido, que por sua vez faz parte dos desastres hidrológicos. Por outro lado, a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) mostra que os desastres geológicos incluem a categoria de movimento de massa que incluem deslizamentos + corridas de massa. Estas corridas de massa consistem em dois tipos: solo/lama e rocha/detrimento. Assim, observa-se que a classificação brasileira não coincide com a classificação internacional em relação a fluxo de detritos. Além da complexidade e dificuldade de identificar os fenômenos, a não concordância administrativa torna o levantamento de trabalhos na literatura uma tarefa bastante onerosa e complicada. Para reduzir a subjetividade na identificação dos fenômenos, existem diversos trabalhos, por exemplo, Wilford et al. (2004) que consideraram o fluxo de detritos, a inundação de detritos e a inundação como processos hidrogeomorfológicos e buscaram um método quantitativo para diferenciá-los por meio de uso de morfometria. Este tipo de

OCORRÊNCIA DE FLUXO DE DETRITOS E SEUS ESTUDOS NO BRASIL

metodologia quantitativa será cada vez mais procurada no Brasil, a fim de melhor registrar este fenômeno.

Figura 1 – Estudos de fluxo de detritos no Brasil (1900-2013)



(a) Distribuições das publicações em diferentes categorias; (b) Histórico das publicações dos trabalhos.

Tabela 1–Desastres com fluxo de detritos no Brasil (1900-2013).

Ano	Local	Nº de mortes (aproximado)
1928	Santos (SP)	80
1948	Vale do Paraíba (SP/RJ)	250
1956	Santos (SP)	64
1966	Rio de Janeiro (RJ)	100
1967	Serra das Araras (RJ)	1700
1967	Caraguatatuba (SP)	120
1971	Salvador (BA)	104
1972	Campos do Jordão (SP)	10
1974	Tubarão (SC)	40
1986	Lavrinhas (SP)	11
1988	Cubatão (SP)	10
1988	Petrópolis (RJ)	171
1988	Rio de Janeiro (RJ)	30
1989	Salvador (BA)	100
1990	Blumenau (SC)	14
1992	Contagem (MG)	36
1995	Timbé do Sul (SC)	29
2001	Petrópolis (RJ)	51
2008	Vale do Itajaí (SC)	135
2010	Angula dos Reis (RJ)	30
2011	Serra Fluminense (RJ)	978
2013	Petropolis (RJ)	33

Modificação de Marcelino (2003) e Rosa Filho e Cortez (2008).

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Fluxo de detritos e tsunamis não ocorrem frequentemente, porém, quando ocorrem, são capazes de gerar grandes prejuízos e fatalidades. Portanto, a fim de reduzir desastres associados a fluxo de detritos, diversas medidas são necessárias, entre as quais destaca-se o registro e descrição de tal fenômeno no momento de sua ocorrência e também a educação antes da ocorrência. Para educar sobre fluxo de detritos, necessita-se de materiais didáticos que por sua vez dependem dos registros. Normalmente tais fenômenos são encontrados na região montanhosa, por isso, cidadãos comuns precisam

receber uma boa educação sobre o tema para que possam registrá-los mais adequadamente e detalhadamente. Assim sendo, como Goerl et al. (2012) comentaram que o fluxo de detritos pode ser um dos principais objetos da hidrogeomorfologia; a geomorfologia, especialmente a hidrogeomorfologia, deve ser mais difundida em todos os níveis de ensino no Brasil, e essa ciência deve avançar no entendimento de tal fenômeno.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem aos membros do Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN) do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela discussão cotidiana sobre fluxo de detritos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA:

ARMANININ, A.; MICHIEU, M. (Eds.) Recent Developments on Debris Flows. Berlin: Springer-Verlag, 1997. 226p.

BELOW, R.; WIRTZ, A.; GUHA-SAPIR, D. Disaster Category - Classification and peril Terminology for Operational Purposes. Brussels: CRED / Munich: MunichRe Foundation, 2009. 19p

CORRÊA FILHO, V. P. José de Anchieta. Revista Brasileira de Geografia, Ano XVI, n.2, p.229-233, 1954.

COUSSOT, P.; MEUNIER, M. Recognition, classification and mechanical description of debris Flows. Earth-Science Reviews, v.40, p.209-227, 1996.

GOERL, R.F.; KOBAYAMA, M.; SANTOS, I. Hidrogeomorfologia: Princípios, Conceitos, Processos e Aplicações. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.13, n.2, p.103-111, 2012.

IVERSON, R.M. Debris flow. In: GOUDIE, A.S. (ed.) Encyclopedia of Geomorphology, London: Routledge, 2004. p.225.

JACOB, M.; HUNGR, O. Debris-flow hazards and related phenomena. Berlin: Springer-Verlag, 2005. 739p.

MARCELINO, E. V. Mapeamento de áreas susceptíveis a escorregamentos no município de Caraguatatuba (SP) usando técnicas de sensoriamento remoto e SIG. São José dos Campos. 228p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2003.

MARCELINO, E. V.; NUNES, L. H.; KOBAYAMA, M. Banco de dados de desastres naturais: análise de dados globais e regionais. Uberlândia: Caminhos de Geografia, v.6, n.19. p.130-149, 2006.

OKUDA, S.; SUWA, H.; OKUNISHI, K.; NAKANO, K.; Yokoyama, K. Synthetic observation on debris flow. Part 3. Observation at valley Kamikamihorizawa of Mt. Yakedake in 1976. *Annuals DPRI*, v.20B-1, p.237-263, 1977.

PETLEY, D.N. Landslides and engineered slopes: protecting society through improved understanding. In: EBERHARDT, E.; FROESE, C.; TURNER, A.K.; LEROUEIL, S. (eds.) *Landslides and engineered slopes*, vol 1. London: CRC Press, 2012. p.3-13.

ROSA FILHO, A.; CORTEZ, A.T.C. Os deslizamentos de encostas nas favelas em áreas de risco da “suíça brasileira”: Campos do Jordão (SP). In: 1º SIMPGEO/SP, Rio Claro, 2008. p.587-595.

SCHLUMBERGER, Über den Muhrgangam 13 August 1876 im Wildbache von Faucon bei Barcelonnette (Niederalpen). In: DEMONZY, P. (ed.) *Studien über die Arbeiten der Gebirge*, 1882. p.289-299.

SEPÚLVEDA, S.A.; PETLEY, D.N. Regional Trends and Controlling Factors of Fatal Landslides in Latin America and the Caribbean. *Landslides*, 2014 (submetido).
TAKAHASHI, T. Debris flow. In: Ashida, K.; Takahashi, T.; Michiue, M. (eds.) *Sediment disasters in river and their countermeasures*, Tokyo: Morikita Shuppan, 1983. p.55-149 (in Japanese).

TAKAHASHI, T. Debris flow. Rotterdam: Balkema, 1991. 165p. (Monograph of IAHR).

TAKAHASHI, T. Debris Flow S Mechanics, Prediction and Countermeasures. Leiden: Taylor & Francis/Balkema, 2007. 448p.

TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (orgs.) *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 196p.

VARNES, D.J. Slope movement types and processes. In: SCHUSTER, R.L.; KRIZEK, R.J. (eds.) *Landslides, analysis and control*, Washington: Transportation research board/National Academy of Sciences, 1978. p.11-33. (Special report 176).

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, p.61-66, 2004.