



ÍNDICES DE PRECIPITAÇÃO EFETIVA COMO INDICADORES DA HIDROLOGIA DOS DESLIZAMENTOS: EXEMPLOS EM SANTA CATARINA UTILIZANDO TÉCNICAS DE REGRESSÃO LOGÍSTICA¹

Rodrigo Augusto Stabile²
Pedro Ivo Mioni Camarinha³
Tulius Dias Nery⁴
Daniel Metodiev⁵
Márcio Roberto Magalhães de Andrade⁶
Vanessa Canavesi⁷
Elisabete Weber Reckziegel⁸
Harideva Marturano Egas⁹
Juliano Oliveira Martins Coelho¹⁰

RESUMO

Índices de precipitação efetiva são amplamente utilizados na definição de limiares empíricos para deslizamentos, por representarem a memória da umidade acumulada no solo. A precipitação efetiva (R_w) é calculada por meio de uma função exponencial que incorpora o tempo de meia-vida (T), o qual descreve a taxa de perda de água do sistema. No entanto, a escolha de T costuma ser arbitrária, em função da escassez de dados locais sobre a hidrologia das encostas. Este estudo propõe uma abordagem empírica para identificar o valor ótimo de T , testando diferentes configurações do índice R_w em cinco municípios de Santa Catarina e identificando aquela com maior capacidade preditiva para deslizamentos. Utilizando dados da rede de pluviômetros do Cemaden, no período entre 01/2016 e 12/2024, foram definidos

¹Financiamento: Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (Sistema de alerta antecipado multiescalar para deslizamentos de terra integrando produtos meteorológicos de alta resolução, características geotécnicas e populacionais – Projeto SAAMD, processo CNPq 446142/2023-9).

²Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), rodrigo.stabile@cemaden.gov.br;

³Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), pedro.camarinha@cemaden.gov.br;

⁴Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), tulius.nery@cemaden.gov.br;

⁵Programa de Pós-Graduação em Desastres Naturais, Universidade Estadual Paulista (UNESP)/ Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), d.metodiev@unesp.br;

⁶Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), marcio.andrade@cemaden.gov.br;

⁷Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), vanessa.canavesi@cemaden.gov.br;

⁸Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), elisabete.reckziegel@cemaden.gov.br;

⁹Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), harideva.egas@cemaden.gov.br;

¹⁰Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), juliano.coelho@cemaden.gov.br.



eventos de chuva e calculados os valores máximos de R_w , aplicando a fórmula $R_w = \sum \alpha_i \times R_i$, onde α_i é o coeficiente de redução para i horas antes do momento atual, calculado pela fórmula $\alpha_i = 0,5^{\frac{i}{T}}$, sendo T o tempo de meia-vida (horas), R_i é o volume de chuva horária de i horas antes do momento atual (mm). Foram testados valores de T desde 0,5 até 360 horas. Em seguida, os eventos foram comparados por meio de modelos de regressão logística e pelo teste estatístico de Kolmogorov–Smirnov (KS) para avaliar a capacidade discriminatória das variáveis de precipitação efetiva em diferenciar eventos com e sem deslizamentos. Os resultados mostraram que o desempenho preditivo dos modelos variou conforme os valores de T e as características hidrogeotécnicas locais. A validação com AUC e o teste KS indicou que a escolha adequada de T pode melhorar significativamente a previsão de deslizamentos. Os achados reforçam a capacidade do modelo empírico em ajustar os parâmetros de precipitação efetiva às condições hidrológicas locais, evidenciando seu potencial como ferramenta preditiva em sistemas de monitoramento e alerta.

INTRODUÇÃO

A previsão de deslizamentos deflagrados pela chuva continua sendo um desafio para sistemas de monitoramento e alerta, especialmente diante do aumento na frequência de eventos extremos. Métodos empíricos baseados em limiares de chuva ainda são amplamente utilizados devido à sua simplicidade e aplicabilidade operacional (INTRIERI *et al.*, 2013). Tradicionalmente, esses limiares envolvem variáveis como a chuva acumulada, a intensidade média e a duração da chuva (GUIDICINI & IWASA, 1977; CAINE, 1980; GUZZETTI *et al.*, 2007; MELILLO *et al.*, 2018; STABILE *et al.*, 2022), mas a incorporação de variáveis associadas ao estado hidrológico prévio do solo, como a chuva antecedente ou indicadores da umidade do solo, têm se mostrado importantes para melhorar a capacidade preditiva dos modelos. (TATIZANA *et al.*, 1987; GLADE *et al.*, 2000; GODT *et al.* 2006; FRATTINI *et al.* 2009; D’ORSI *et al.*, 2012; METODIEV *et al.*, 2018; PALAZZOLO *et al.*, 2023).

Entre estes indicadores, a denominada “precipitação efetiva” tem origem na previsão de movimentos de massa desenvolvida em sistemas de alerta japoneses, com fundamentos iniciais na pesquisa de YANO (1990). Entre 2013 e 2017, no âmbito de uma parceria entre a Agência Brasileira de Cooperação (ABC) e a Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA), foi desenvolvido o Projeto GIDES – Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada em Riscos de Desastres Naturais. Nesse contexto, o conceito de precipitação efetiva foi aplicado por especialistas da JICA e do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) no desenvolvimento de limiares empíricos de chuva para



movimentos de massa em três municípios brasileiros (CONSONI, 2018). Mais recentemente, o Cemaden desenvolveu um sistema de previsão de risco de deslizamentos em escala regional, intitulado *GeoRisk*, que também utiliza deste conceito em sua abordagem (CAMARINHA, 2025).

A precipitação efetiva pode ser entendida como um *proxy* do balanço hídrico no solo, funcionando como uma medida indireta da umidade acumulada nas superfícies de ruptura potenciais, a qual pode atuar como gatilho para deslizamentos. Dessa forma, ela reflete indiretamente as perdas de água por escoamento subsuperficial e evapotranspiração, além da quantidade de água disponível para influenciar a estabilidade das vertentes. A precipitação efetiva (R_w) pode ser calculada através de uma função exponencial que incorpora o conceito de 'meia-vida' da água no solo (T), um parâmetro que descreve a rapidez com que a água é perdida do sistema. Contudo, a escolha de T é frequentemente realizada sem critérios específicos, sendo, muitas vezes, arbitrária ou baseada em estudos de outras regiões devido à ausência de dados locais sobre o comportamento hidrológico das encostas.

Neste contexto, este estudo teve como objetivo desenvolver uma abordagem empírica para estimar o valor ótimo do parâmetro de meia-vida (T) na função de precipitação efetiva, testando diferentes configurações e identificando aquela com maior capacidade preditiva para deslizamentos em cinco municípios de Santa Catarina. A investigação foi realizada no âmbito do projeto “Sistema de alerta antecipado multiescalar para deslizamentos de terra integrando produtos meteorológicos de alta resolução, características geotécnicas e populacionais”, que visa aprimorar os sistemas de monitoramento e alerta a movimentos de massa no Estado de Santa Catarina.

METODOLOGIA

Diante das limitações inerentes à precisão temporal dos registros de deslizamentos, a determinação do momento exato da ruptura é frequentemente inviável, o que dificulta a associação direta da chuva ao instante preciso da deflagração. Por essa razão, é prática consolidada na literatura relacionar os deslizamentos aos eventos pluviométricos que os desencadeiam, considerando variáveis integradas ao evento de chuva, em vez da precipitação no momento exato da ocorrência (CAINE, 1980; GUZZETTI *et al.*, 2007; STABILE *et al.*, 2022).



Para este estudo, os eventos de chuva foram definidos e analisados utilizando o *software* LaRaTh-Br (STABILE, 2024) em 5 municípios do município de Santa Catarina (Tabela 1) utilizando os dados dos pluviômetros do Cemaden (que registram a chuva a cada 10 minutos) no período entre 01/2016 e 12/2024. O evento de chuva foi definido por um período de ausência de chuva entre eventos de pelo menos 12 horas. Eventos com duração inferior a 1 hora foram descartados. Para cada evento de chuva, foi realizado o cálculo da precipitação efetiva (R_w) máxima dentro da sua janela temporal. R_w , por sua vez é calculada por meio da seguinte equação: $R_w = \sum \alpha_i \times R_i$, onde α_i é o coeficiente de redução para i horas antes do momento atual, calculado pela fórmula $\alpha_i = 0,5^{\frac{i}{T}}$, sendo T o tempo de meia-vida (horas), i é a quantidade de horas de antecedência da chuva horária considerada em relação ao momento atual (horas), R_i é o volume de chuva horária de i horas antes do momento atual (mm). Testamos valores de T desde 0,5 até 360 horas.

Os registros de deslizamentos (de 2016 a 2024) foram obtidos do sistema REINDESC do Cemaden (BERNARDES *et al.*, 2019), que compila informações a partir de múltiplas fontes, incluindo Defesas Civas, sistemas oficiais e mídias locais. Os dados apresentam variações significativas em termos de precisão espacial e temporal. Para garantir maior confiabilidade, foram utilizados apenas os registros com precisão espacial mínima ao nível de bairro e precisão temporal mínima ao nível de dia da ocorrência. A associação entre eventos de chuva e deslizamentos considerou a proximidade espacial (até 5 km entre o pluviômetro e o local do deslizamento) e os horários estimados das ocorrências, ajustados conforme o grau de precisão temporal disponível.

A partir desta associação foi realizada a classificação binária dos eventos pluviométricos, indicando a ocorrência (1) ou não ocorrência (0) de deslizamentos. Essa estrutura permitiu a aplicação de modelos de regressão logística, com o objetivo de estimar a probabilidade de ocorrência de deslizamentos em função da precipitação efetiva (R_w) de cada evento.

Para avaliar o poder discriminativo das variáveis de chuva efetiva na deflagração de deslizamentos, aplicou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov (KS), que compara as distribuições empíricas das variáveis entre eventos com e sem deslizamentos. Além disso, o Modelo de Regressão por R_w foi ajustado para os diferentes valores de T . Para



lidar com o desbalanceamento entre classes, foi empregada a técnica ROSE (*Random Over-Sampling Examples*). Os modelos foram ajustados com a função `glm()` no ambiente R, e avaliados com base na AUC da curva ROC.

Tabela 1 – Características físico-naturais e número de registros de deslizamentos nos municípios estudados

Município	Geologia* / Geomorfologia**	Solos***	Deslizamentos
Florianópolis	Séries graníticas alcalinas / Serras do Leste Catarinense	Cambissolos, Argissolos e Neossolos Litólicos álicos, textura argilosa a média, cascalhentos, horizonte B textural presente e fase rochosa.	43
Itajaí	Metassedimentos siltico-argilosos e Quartzitos / Serras do Leste Catarinense	Argissolos Vermelho-Amarelos álicos latossólicos, Cambissolos álicos com horizonte Bt, e Neossolos Litólicos álicos, todos de textura argilosa e fase pedregosa/rochosa.	25
Joinville	Gnaisses paraderivados / Serra do Mar	Argissolos Vermelho-Amarelo álicos e distróficos, Cambissolos álicos e distróficos com horizonte Bt, texturas média a argilosa.	55
Rio do Sul	Intercalações de paraconglomerados e folhelhos, sedimentos siltico-argilosos e arenosos / Patamares da Borda Oriental da Bacia do Rio Paraná	Argissolos Vermelho-Amarelo álicos e distróficos e Cambissolos álicos e distróficos, todos com horizonte Bt e textura argilosa.	13
Xanxerê	Basaltos, riolitos e riodacitos / Planalto das Araucárias	Cambissolos e Neossolos Litólicos eutróficos, Latossolos e Argissolos Bruno/Roxo álicos, texturas média a muito argilosa, com horizonte Bt presente e fase pedregosa/rochosa	16

* Fonte: CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Mapa Geodiversidade do Estado de Santa Catarina. Brasília: CPRM, 2010.

** Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Unidades de relevo 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

*** Fonte: POTTER, R. O.; CARVALHO, A. P. de; FLORES, C. A.; BOGNOLA, I. Solos do Estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 721 p. (Embrapa Solos. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 46). ISSN 1678-0892.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicaram que o desempenho dos modelos de previsão de deslizamentos, assim como a estatística D do teste KS, variaram de acordo com os diferentes valores de tempo de meia-vida T aplicados, com variações entre os municípios analisados (Figuras 1 e 2). Em geral, diferentes configurações de T mostraram desempenhos distintos dependendo das características hidro-geotécnicas de

cada local e permitiram a formulação de hipóteses sobre a dinâmica hidrológica de deflagração de deslizamentos em cada município (Tabela 2).

Nos municípios de Joinville e Rio do Sul, os picos de AUC ocorrem entre $T = 24\text{h}$ e $T = 36\text{h}$, sugerindo que os deslizamentos estão relacionados à infiltração mais prolongada e à acumulação gradual de umidade no solo. Essa resposta é compatível com a predominância de solos argilosos, com horizonte Bt e perfis espessos, associados a rupturas mais profundas e tempos médios de resposta.

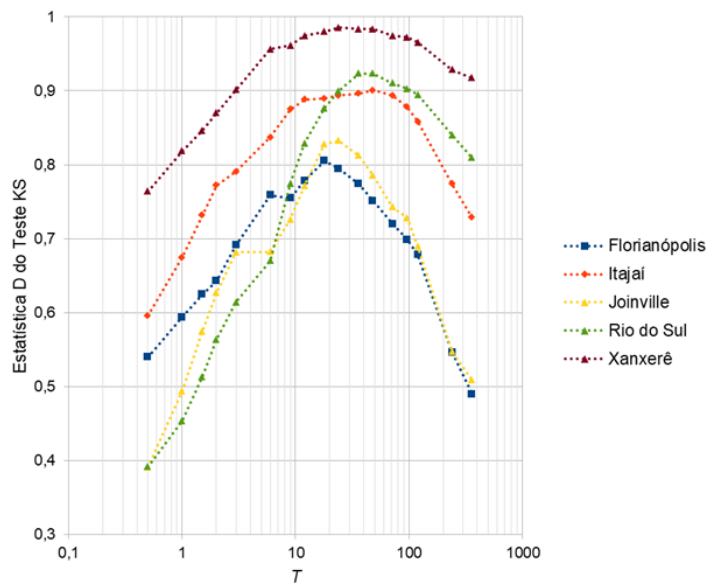


Figura 1 – Estatística D (Teste KS) para diferentes valores de T nos 5 municípios estudados.

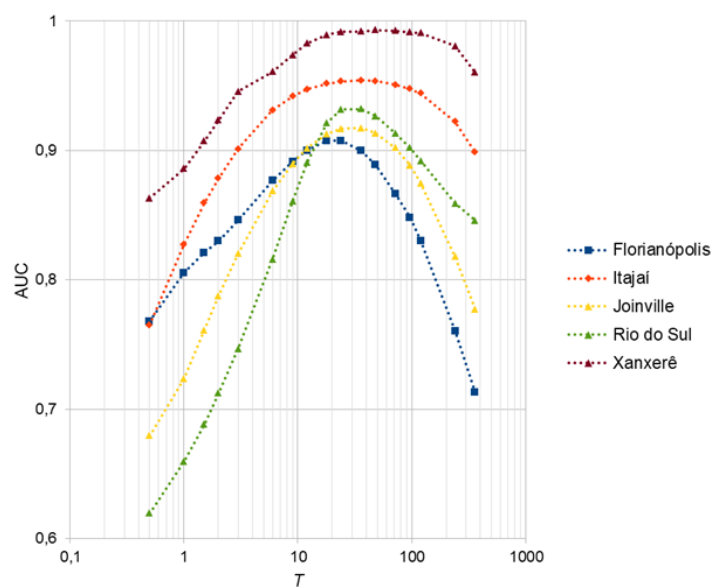


Figura 2 – AUC dos modelos de RL para diferentes valores de T nos 5

Tabela 2 – Possibilidades de interpretação hidrológica dos deslizamentos com base nos indicadores empíricos

Município	Forma da AUC(T)	Tempo de resposta hidrológica	Influência da chuva recente	Profundidade e dinâmica da ruptura	Interpretação geral
Florianópolis	Pico em $T = 18h$; declínio após pico	Curto	Alta (AUC cresce cedo)	Rupturas rasas; solos com alta condutividade hidráulica ou baixa capacidade de retenção	Sistema sensível à chuva recente. Água atinge rapidamente a zona de ruptura.
Itajaí	Platô entre $T = 24-72h$	Médio a longo	Alta (AUC cresce em T baixos)	Mecanismos mistos; ocorrência combinada de rupturas rasas e profundas	Água afeta o sistema desde as primeiras horas e mantém instabilidade por vários dias.
Joinville	Pico entre $T = 24-36h$	Médio	Fraca a moderada (AUC cresce lentamente)	Rupturas mais profundas; solos com condutividade moderada ou capacidade de retenção intermediária	Requer maior tempo para saturação e deflagração da instabilidade.
Rio do Sul	Pico entre $T = 24-36h$	Médio	Fraca (AUC com resposta inicial fraca)	Rupturas profundas; solos com capacidade de retenção moderada e perfil mais espesso	Instabilidade depende de infiltração prolongada e acúmulo de umidade ao longo do tempo.
Xanxerê	Platô entre $T = 24-120h$	Longo e persistente	Incerta (AUC sobe cedo e mantém alta)	Rupturas profundas; solos com baixa condutividade hidráulica e alta capacidade de armazenamento	Água permanece no sistema por longo período, influenciando a estabilidade de forma persistente.

Em Florianópolis, observa-se um pico bem definido de AUC em $T = 18$ horas, indicando uma forte influência da chuva recente sobre os deslizamentos. Esse comportamento está alinhado à predominância de solos com textura média a argilosa, fase pedregosa e presença de horizonte Bt, que favorecem uma infiltração relativamente rápida e baixa retenção hídrica, resultando em deslizamentos rasos com curto tempo de resposta.

Em Itajaí, a curva de AUC não apresenta um pico claro, mas sim um platô entre $T = 24h$ e $T = 72h$, sugerindo uma resposta mais complexa, com tempos médios a longos de influência da chuva antecedente. Essa dinâmica pode estar associada à presença de solos



argilosos profundos e pedregosos, que favorecem tanto rupturas rasas quanto profundas, evidenciando mecanismos mistos de instabilidade.

Em Xanxerê, destaca-se o desempenho dos modelos, com valores de AUC superiores a 0,80 para T acima de 1h, alcançando valores próximos de 1,00 entre $T = 24h$ e $T = 120h$. Esse padrão indica uma alta capacidade explicativa da variável precipitação acumulada com meia-vida prolongada. A resposta pode estar relacionada à presença de Latossolos e Argissolos muito argilosos, de baixa condutividade hidráulica, que favorecem a saturação em profundidade e a ocorrência de deslizamentos mais profundos. No entanto, o elevado desempenho para uma ampla faixa de T levanta a hipótese de influência da heterogeneidade dos solos, de múltiplos mecanismos de ruptura ou até mesmo da baixa quantidade de registros de deslizamentos.

A validação dos modelos (AUC) mostrou que a escolha do valor de T influenciou significativamente a capacidade de prever eventos de deslizamento. Esses achados reforçam a importância de considerar as condições locais ao definir o parâmetro T , e sugerem que a precipitação efetiva, ajustada às características regionais, pode ser uma ferramenta eficaz na previsão de deslizamentos em sistemas de monitoramento e alerta. O aprofundamento do estudo permitirá compreender melhor a relação entre os modelos ajustados para cada município e as hipóteses de condições hidrológicas que influenciam a deflagração dos deslizamentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos evidenciam que a escolha do parâmetro T , relacionado à meia-vida da chuva efetiva, exerce influência direta tanto na performance dos modelos preditivos quanto na interpretação da resposta hidrológica dos terrenos à chuva. As diferenças observadas entre os municípios reforçam que não há um valor ótimo universal de T , sendo fundamental calibrá-lo conforme as características morfopedológicas locais. A associação entre os padrões das curvas $AUC(T)$, a estatística KS e os atributos do meio físico permitiu propor interpretações consistentes sobre os mecanismos de deflagração dos deslizamentos, fortalecendo a hipótese de que o tempo de resposta hidrológica e a profundidade de ruptura são condicionados por propriedades como textura do solo, condutividade hidráulica e espessura dos perfis. Nesse contexto, a utilização de variáveis de chuva efetiva ajustadas a parâmetros



regionais mostra-se promissora como ferramenta de suporte à previsão de deslizamentos e à definição de limiares em sistemas de alerta antecipado.

Palavras-chave: Chuva, Fatores deflagradores de deslizamentos, Memória da umidade do solo, Modelagem empírica de movimentos de massa, Previsão de desastres naturais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao financiamento do Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico por meio do projeto “Sistema de alerta antecipado multiescalar para deslizamentos de terra integrando produtos meteorológicos de alta resolução, características geotécnicas e populacionais – Projeto SAAMD” (processo CNPq 446142/2023-9).

REFERÊNCIAS

BERNARDES, T. et al. Flood and landslide events database for the municipalities monitored by Brazilian Center for Monitoring and Early Warnings of Natural Disasters - Cemaden. In: **EUROPEAN GEOPHYSICAL UNION - GENERAL ASSEMBLY** 2019, 2019, Viena. Geophysical Research Abstracts, v. 21, p. 1824, 2019.

CAINE, N. The rainfall intensity-duration control of shallow landslides and debris flows. **Geografiska Annaler**, Series A, Physical Geography, v. 62, n. 1/2, p. 23–27, 1980. <https://doi.org/10.2307/520449>

CAMARINHA, P. I. M. (2025). **Nota Técnica Nº 64/2025/SEI CEMADEN**. Manual Técnico - v.02-2025. Metodologia aplicada ao Sistema GeoRisk.

CONSONI, Â. J. (Org.). **Manual técnico para elaboração, transmissão e uso de alertas de risco de movimentos de massa**. São José dos Campos: Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), 2018. (Projeto de Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Desastres Naturais – Acordo de Cooperação Internacional Brasil-Japão).

D’ORSI, R. N.; PAES, N. M.; MAGALHÃES, M. A.; COELHO, R. S.; COSTA, L. C. **Relatório de correlação entre chuvas e escorregamentos para a cidade do Rio de Janeiro no ano de 2010**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro, 2012. 58 p. (Relatório GEO-RIO/DEP/GPE n. 10/2012).

FRATTINI, P.; CROSTA, G.; SOSIO, R. Approaches for defining thresholds and return periods for rainfall-triggered shallow landslides. **Hydrological Processes**, v. 23, p. 1444–1460, 2009. <https://doi.org/10.1002/hyp.7269>

GLADE, T.; CROZIER, M.; SMITH, P. Applying probability determination to refine landslide-triggering rainfall thresholds using an empirical “antecedent daily rainfall



model". **Pure and Applied Geophysics**, v. 157, p. 1059–1079, 2000. <https://doi.org/10.1007/s000240050017>

GODT, J. W.; BAUM, R. L.; CHLEBORAD, A. F. Rainfall characteristics for shallow landsliding in Seattle, Washington, USA. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 31, p. 97–110, 2006. <https://doi.org/10.1002/esp.1237>

GUIDICINI, G.; IWASA, O. Y. Tentative correlation between rainfall and landslides in a humid tropical environment. **Bulletin of the International Association of Engineering Geology**, v. 16, p. 13–20, 1977. <https://doi.org/10.1007/BF02591434>

GUZZETTI, F.; PERUCCACCI, S.; ROSSI, M.; STARK, C. P. Rainfall thresholds for the initiation of landslides in central and southern Europe. **Meteorology and Atmospheric Physics**, v. 98, p. 239–267, 2007. <https://doi.org/10.1007/s00703-007-0262-7>

INTRIERI, E.; GIGLI, G.; CASAGLI, N.; NADIM, F. Landslide Early Warning System: toolbox and general concepts. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 13, p. 85–90, 2013. <https://doi.org/10.5194/nhess-13-85-2013>

MELILLO, M.; BRUNETTI, M. T.; PERUCCACCI, S.; GARIANO, S. L.; ROCCATI, A.; GUZZETTI, F. A tool for the automatic calculation of rainfall thresholds for landslide occurrence. **Environmental Modelling & Software**, v. 105, p. 230–243, 2018.

METODIEV, D.; ANDRADE, M. R. M.; MENDES, R. M.; MORAES, M. A. E.; KONIG, T.; BORTOLOZO, C. A.; BERNARDES, T.; LUIZ, R. A. F.; COELHO, J. O. M. Correlation between rainfall and mass movements in North Coast Region of São Paulo State, Brazil for 2014–2018. **International Journal of Geosciences**, v. 9, p. 669–679, 2018. <https://doi.org/10.4236/ijg.2018.912040>

PALAZZOLO, N.; PERES, D. J.; CREACO, E.; CANCELLIERE, A. Using principal component analysis to incorporate multi-layer soil moisture information in hydrometeorological thresholds for landslide prediction: an investigation based on ERA5-Land reanalysis data. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 23, n. 1, p. 279–291, 2023. <https://doi.org/10.5194/nhess-23-279-2023>.

STABILE, R. A.; LUIZ, R. A. F.; FERREIRA, A. M.; EGAS, H. M.; ANDRADE, M. R. M. Potencialidades dos limiares de chuva intensidade-duração na previsão de deslizamentos em Jaraguá do Sul (SC). **Derbyana**, v. 43, e772, 2022. <https://doi.org/10.14295/derb.v43.772>

STABILE, R. A. **LaRaTh-Br – Landslide Rainfall Thresholds Brazil**. Programa de computador desenvolvido para estimar limiares empíricos de chuva para deflagração de deslizamentos. Registro oficial no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), nº BR512024001508-6, 08 maio 2024.

TATIZANA, C.; OGURA, A. T.; CERRI, L. E. S.; ROCHA, M. C. M. Análise de correlação entre chuvas e escorregamentos – Serra do Mar, município de Cubatão. In: **Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia**, 5., 1987, São Paulo. Anais, v. 2, p. 225–236.