

ANÁLISE DO BALANÇO HÍDRICO NO SOLO, EM RELAÇÃO AOS DESLIZAMENTOS DE 28/05/2022, EM JARDIM MONTE VERDE, PE

*Cristiane Ribeiro de Melo¹; Paulo Abadie Guedes²; Marta Vasconcelos Ottoni³ &
Solange Cavalcanti de Melo⁴*

Palavras-Chave – Infiltração, Precipitação, Deslizamento.

INTRODUÇÃO

No mês de maio de 2022, a cidade do Recife registrou precipitações muito acima do esperado histórico, tendo como ocorrência mais grave, o deslizamento na comunidade de Jardim Monte Verde (bairro do Ibura/Jaboatão dos Guararapes/PE), Figura 1, que vitimou 11 pessoas de uma só família. A comunidade está inserida em área de Formação Barreiras, com grande potencial para movimentos de massa.

A Formação Barreiras apresenta constituição areno-argilosa, pouco consolidada, o que a torna uma unidade geológica ambientalmente instável, propícia a deslizamentos, por ser suscetível à erosão. Quando sujeita à precipitação, a água infiltra pela camada arenosa e encontra a camada argilosa, que é impermeável, ficando acumulada na região arenosa, que se torna mais frágil pela pouca coesão.

A comunidade de Jardim Monte Verde encontra-se em área de litígio, entre os municípios de Jaboaão e Recife. Entretanto, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a área pertence à cidade do Recife. Dessa forma, durante o inverno, a comunidade é monitorada de forma conjunta, pelas defesas civis dos referidos municípios. Em maio de 2015, a região passou a ter a precipitação monitorada através das estações automáticas operadas pela Agência Pernambucana de Águas e Climas - APAC e pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN.



Figura 1. Deslizamento na Comunidade de Jardim Monte Verde – Ibura em 28/05/2022

Fonte: <https://www.cbnrecife.com/artigo/a-quem-pertence-a-comunidade-do-jardim-monte-verde-recife-ou-jaboatao-eis-a-questao>

1) Serviço Geológico do Brasil. Rua Escritor Souza Barros, 1001 - Cabanga Recife, PE, Brasil. e-mail: cristiane.melo@sgb.gov.br

2) Instituto Federal de Pernambuco. Av. Prof. Luís Freire, 500 - Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil. e-mail: paulo.guedes@recife.ifpe.edu.br

3) Serviço Geológico do Brasil. Av. Pasteur, 404 – Urca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. e-mail: marta.ottoni@sgb.gov.br

4) Serviço Geológico do Brasil. Rua Escritor Souza Barros, 1001 – Cabanga, Recife, PE, Brasil. e-mail: solange.melo@sgb.gov.br

De acordo com Melo, Guedes & Melo (2022), as precipitações registradas nos dias 25 e 28/05/2022 foram categorizadas como *Chuva Muito Extrema* (CME), em relação à classificação de Souza, Azevedo & Araújo (2012), apresentando Tempos de Retorno (TR) de 29 e 44 anos, respectivamente. Os eventos extremos e prologados de chuva aumentam não somente os volumes de escoamento superficial, mas, principalmente, os que ficam armazenados no solo. Os solos mais saturados e em condição de alto declive tendem a deflagrar um processo de deslizamento.

Este trabalho tem como objetivo avaliar se há algum padrão envolvendo as lâminas precipitada e infiltrada acumulada, nos dias que antecedem um evento de deslizamento, para uma paisagem topo-geológica e pedológica em questão. Essa hipótese será testada no deslizamento ocorrido no dia 28/05/2022, na comunidade de Jardim Monte Verde, por meio do estudo do balanço hídrico nos solos da região.

METODOLOGIA

A infiltração acumulada, nos dias que antecedem os deslizamentos, são de extrema importância na previsão de desastres. A avaliação do balanço hídrico do solo foi realizada utilizando o modelo Hydrus, módulo 1D de acesso livre e gratuito, que simula o movimento unidimensional de água. O modelo resolve, numericamente, a Equação de Richards, para o fluxo de água em ambientes porosos. Os principais dados de entrada são a precipitação e as características do solo. A escolha desse programa se deve ao fato de já ter sido utilizado como auxílio nas análises do processo de desencadeamento de deslizamentos, como visto em autores como Melo *et al.* (2021), Dikshit, Satyam & Pradhan (2019) e Schilirò *et al.* (2019).

A região onde a comunidade de Jardim Monte Verde está inserida e seu entorno, têm a precipitação monitorada de forma automática, desde 2015, pela Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC e pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN. Neste trabalho foi utilizada a estação pluviométrica Alto da Bela Vista (cód. 261160604A) da APAC, localizada a, aproximadamente, 2,5km da área deslizada.

Para se obter melhores resultados de simulação, torna-se fundamental a entrada de informações de propriedades hidráulicas de retenção de água no solo, resultantes de experimentos reais. Como não foram realizadas prospecções para determinação dos parâmetros em laboratório, utilizou-se as informações disponíveis na literatura, apresentadas por Silva *et al.* (2020), que estimou a erodibilidade na comunidade estudada e classificou o solo como areia argilosa.

A simulação no Hydrus foi realizada para a profundidade de 200cm, profundidade média de ruptura, sendo subdividida em duas camadas: 1) uma camada inicial de solo *Sandy Clay Loam* de 0cm a 16cm de profundidade e 2) uma segunda camada de 17cm a 200cm de solo *Loamy Sandy*. A subdivisão em duas camadas foi a forma encontrada para representar a camada superficial do solo, que é submetida a transformações causadas por intempéries e outros agentes.

O modelo hidráulico analítico escolhido para avaliar a infiltração, na área piloto, foi o de Van Genuchten (1980), sem consideração da histerese do solo, submetido à pressão atmosférica e drenagem livre. Durante a simulação, não foi considerada a evapotranspiração, como entrada no modelo. Há a suposição de que o lençol freático esteja localizado muito abaixo do fundo do domínio do solo e, portanto, não afetaria os processos de fluxo, no perfil do solo adotado.

O volume infiltrado acumulado, antecedente ao deslizamento, foi calculado a partir do dia 01/01/2022 até o dia do movimento de massa, seguindo a mesma premissa apresentada por Gusmão Filho (1997), e comparado à infiltração simulada em Melo *et al.* (2021), para os deslizamentos ocorridos na comunidade de Lagoa Encantada (bairro do Ibura/Recife, PE).

RESULTADOS

Os valores registrados na estação pluviométrica Alto da Bela Vista (cód. 261160604A), série utilizada na simulação, mostram que a precipitação acumulada, no período de 01/01/2022 a 28/05/2022, foi de

1536,12mm, tendo precipitado, no mês de maio, 23% deste total. Observa-se que as precipitações diárias ocorridas entre os dias 23 e 28/05/2022, são consideradas *Chuva Forte* e *Chuva Muito Forte*, de acordo com a classificação de Souza, Azevedo & Araújo (2012), para a cidade do Recife.

A simulação do modelo de infiltração Hydrus para o deslizamento ocorrido, em 28/05/2022, apresentado na Figura 2, mostra que o total infiltrado foi de 857,1mm, o que corresponde a 55,8% do total precipitado.

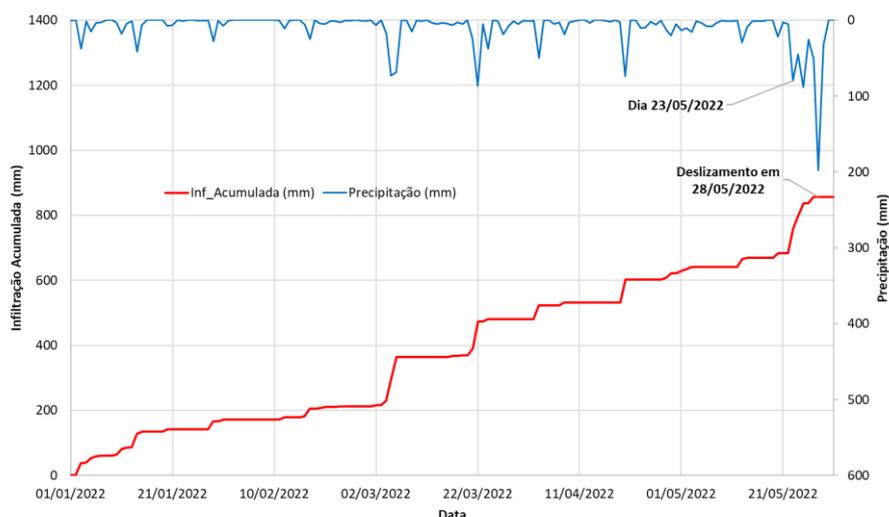


Figura 2. Infiltração acumulada no solo até o deslizamento ocorrido em 28/05/2022.

Fonte: autoria própria

A Tabela 1 apresenta o balanço hídrico no solo, simulado para o evento ocorrido no dia 28/05/2022, em Jardim Monte Verde, em comparação aos eventos ocorridos na comunidade de Lagoa Encantada, localizada a, aproximadamente, 2km da área estudada. As duas comunidades encontram-se localizadas em área de Formação Barreiras e apresentam o mesmo tipo de solo. Todos os eventos apresentados, para comparação dos resultados (Melo *et al.*, 2021), ocorreram no quadrimestre mais chuvoso da região (Ramos, 2010), que ocorre de abril a julho.

Tabela 1. Comparativo do balanço hídrico no solo entre as comunidades de Lagoa Encantada e Jardim Monte Verde

Localidade	Data do deslizamento	Precipitação no dia do deslizamento (mm)	Acumulado de 01 de janeiro até o dia do deslizamento			% Infiltrado em relação à precipitação
			Precipitação (mm)	Infiltração (mm)	Escoamento (mm)	
Jardim Monte Verde	28/05/2022	197,7	1.536,12	857,1	679,0	56
Lagoa Encantada	26/06/2014	83,7	1.159,0	786,0	289,0	68
	29/06/2015	94,0	991,0	577,0	435,0	58
	03/07/2015	16,4	1.022,0	611,0	519,0	60

Observa-se na Tabela 1 que, independente do mês de ocorrência do deslizamento, o percentual infiltrado varia em torno de 60% em relação à precipitação acumulada e que, em todos os eventos, a precipitação acumulada era da ordem de 1.000 mm.

CONCLUSÕES

A comparação de resultados parece apresentar uma tendência para a região, entre volume precipitado e infiltrado, nos dias que antecedem um evento de deslizamento, mostrando um caminho promissor e prático para melhorar o gerenciamento de riscos na localidade. Talvez esta abordagem possa ser empregada, no futuro, tanto para aumentar a confiabilidade de previsões e alertas contra deslizamentos (com base na chuva futura prevista), como para reduzir a possibilidade de falsos positivos, nos alertas gerados.

Considerando as limitações do modelo, que foi idealizado apenas para terrenos planos, sugere-se o uso de uma versão do Hydrus que considere declividade do terreno, para entender o impacto da ausência desta informação, na simulação do balanço hídrico no solo. Além disso, sugere-se a medição das propriedades hidráulicas localmente, para permitir simulações mais confiáveis.

REFERÊNCIAS

- DIKSHIT, A.; SATYAM, N.; & PRADHAN, B. *Estimation of Rainfall-Induced Landslides Using the TRIGRS Model*. Earth Systems and Environment 3: 575–584 p. 2019. <https://doi.org/10.1007/s41748-019-00125-w>
- GUSMÃO FILHO, J. A. *Chuva e Deslizamento nas Encostas Ocupadas*. In: WORKSHOP “A Metodologia e os Recursos Hídricos Aplicados à Defesa Civil”, Recife, 1997.
- MELO, C. R.; GUEDES, P. A.; AMORIM, S. F.; ALVES, F. H. B.; CIRILO, J. A. *Combined analysis of landslide susceptibility and soil water dynamics in a metropolitan area, northeast Brazil*. Soils and Rocks, v. 44, n. 2, p. 01-14, April-June 2021. DOI: 10.28927/SR.2021.051420. Disponível em: <http://simples.serdigital.com.br/clientes/soils/arquivos/151.pdf>
- MELO, C. R.; GUEDES, P. A. & MELO, S. C. *Avaliação da Relação Entre Precipitações Extremas em 2022 e a Iminência de Deslizamentos, em Recife*. In: XVI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste e XV Simpósio de Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa – SILUSBA, 2022, Caruaru, PE.
- RAMOS, A. M. *Influência das mudanças climáticas devido ao efeito estufa na drenagem urbana de uma grande cidade*. 2010. 160 f. Tese (Doutorado em Engenharia civil) - Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2010.
- SCHILIRÒ, L.; DJUEYEP, G. P.; ESPOSITO, C. & MUGNOZZA, G. S. *The Role of Initial Soil Conditions in Shallow Landslide Triggering: Insights from Physically Based Approaches*. Geofluids. 2019: 1 -15 p. 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/2453786>
- SILVA, C. P.; ARAGÃO JÚNIOR, W. R.; COUTINHO, R. Q. & SILVA, F. O. T. *Avaliação da Erodibilidade de um Talude Localizado no Município de Jaboatão dos Guararapes – PE*. XX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 2020, Campinas, SP. <https://doi.org/10.4322/cobramseg.2022.0343>
- SOUZA, W. M.; AZEVEDO, P. V. & ARAÚJO, L. E. *Classificação da Precipitação Diária e Impactos Decorrentes dos Desastres Associados às Chuvas na Cidade do Recife-PE*. Revista Brasileira de Geografia Física. 5 (2): 250-268 p. 2012. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v5i2.232788>
- VAN GENUCHTEN, M. T. *A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils*. Soil Sci. Soc. 44: 892–898 p. 1980.