

# DESLIZAMENTOS DE ROCHA NO RIO DE JANEIRO: QUAIS FATORES DETERMINAM OU NÃO O REGISTRO DE UM DESASTRE

*ROCKSLIDES IN RIO DE JANEIRO: WHICH FACTORS DETERMINE WHETHER THERE WILL  
BE A DISASTER OR NOT*

**Claudio Amaral<sup>1,2</sup>, Louise Estrella<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> FGEL/UERJ; <sup>2</sup> CCT/UNIFESO; <sup>3</sup> ESTRELLA Geologia & Meio Ambiente.

## Resumo

Deslizamentos de rocha da parte superior das escarpas rochosas do Rio de Janeiro são comuns, frequentes e perigosos. Além dos aspectos geológicos e geotécnicos ligados a estes processos destrutivos que ainda merecem estudos, há outro ponto que merece discussão - o papel desempenhado por fatores não geológicos na determinação de quando estes deslizamentos de rocha se transformam em desastres ou não. Três casos recentes trazem à luz esta discussão.

**Palavras-chave:** deslizamentos de rocha, escarpas rochosas, desastres no Rio de Janeiro.

## Abstract

Very large rock plates, thin slabs or cubic rock boulders sliding down from the upper part of the steep slopes in Rio de Janeiro are frequent, widespread and dangerous. Besides the specific engineering geological aspects of these rockslides that are still calling the attention of the experts, another point which is seldom discussed is the role played by non-geological factors in the definition whether a rockslide turns to be a disaster or not. Three case studies put stress on the subject.

**Keywords:** rockslides, rock escarpments, disasters in Rio de Janeiro

## Introdução

Os deslizamentos de rocha nas encostas íngremes fluminenses têm uma elevada capacidade de destruição de moradias e de causar mortes, se transformando em desastres. As razões são muitas. Em geral eles se “beneficiam” (para ocorrer), da forma escarpada das encostas, da compartimentação dos maciços rochosos imposta pela combinação dos sets de fraturas tectônicas e de alívio, e do registro de chuvas sempre significativas. Outro fator que contribui para o registro dos desastres é a localização de vias e casas junto à base das escarpas rochosas.

Embora numerosos e frequentes, e objeto de interesse de muitos geólogos de engenharia que trabalham diariamente na definição do risco a eles associado, estes deslizamentos de rochas carecem ainda de pesquisas que prevejam a sua ocorrência. Reconhece-se, no Rio de Janeiro, hoje, apenas a iniciativa de Vargas (2018, com.

verbal) de realizar simulações numéricas sobre o comportamento mecânico e hidráulico das escarpas rochosas, ao longo do tempo, levando em conta valores representativos das propriedades dos maciços rochosos, tais como o espaçamento e a abertura das descontinuidades estruturais.

Esta Nota Técnica, entretanto, busca discutir brevemente outro aspecto relacionado aos deslizamentos de rocha, que é a importância de fatores não geológicos na determinação de quando estes processos geológicos destrutivos acabam de fato não se transformando em desastres. Para cumprir este objetivo três deslizamentos recentes de rocha ocorridos nas escarpas rochosas do Rio de Janeiro foram revisados, analisados e discutidos.

## Três casos recentes de deslizamentos de rocha nas escarpas rochosas do Rio de Janeiro

### *Deslizamento do JB*

Um grande deslizamento, acompanhado de um estrondo assustador segundo os moradores, ocorreu em abril de 2017 no trecho do Jardim Botânico da Serra da Carioca, abrindo uma cicatriz na floresta que pode ser vista, ainda hoje, dois anos depois, a mais de 4 km de distância (figura 1a). Dentre os fatores que o controlaram, estão, claramente, as fraturas de alívio e a declividade de quase 80° da escarpa rochosa, e, de maneira secundária, as fraturas tectônicas que definem as bordas laterais da massa rompida. Apesar da sua magnitude, contudo, o deslizamento do JB não recebeu uma maior atenção da mídia, que se limitou a divulgar que a Fundação GEO-Rio realizava sobrevoos frequentes de helicóptero na região e considerava que não havia risco de acidentes associados a novos deslizamentos na área.

Há no deslizamento do JB, contudo, um aspecto da maior importância. Trata-se do papel decisivo cumprido pela floresta densa na redução das consequências do movimento de rocha, cumprido ao barrar a trajetória dos blocos rochosos deslizados (figura 1b) e restringir o seu alcance a uma distância de cerca de 500m das casas localizadas no pé da encosta. Este papel decisivo para que o deslizamento não se transformasse num desastre, mostra que a preservação da cobertura vegetal densa na região é mais importante que uma eventual execução de um muro de impacto (gabião), mesmo que este seja construído a partir do desmonte dos blocos rochosos que se distribuem pela língua do deslizamento.



Figura 1: a) vista frontal da cicatriz do deslizamento do JB. Fonte: O Globo – 14/08/2017; b) vista de montante do pé do deslizamento, com a floresta densa impedindo seu avanço. Foto obtida com o drone do Professor Marcelo Motta, PUC-Rio.

### *Deslizamento da Ponte da Barra da Tijuca*

No dia 08 de abril de 2018, dois matacões rochosos de 30 T deslizaram na encosta rochosa, adjacente ao emboque do túnel do metrô, defronte à ponte que cruza o canal da Lagoa da Tijuca. Os matacões atingiram e obstruíram a Estrada da Barra da Tijuca, que liga a Tijuca à praia da Barra, até que foram desmontados a frio (figura 2a). Mais uma vez, os fatores que controlaram o deslizamento incluíram a presença de matacões rochosos individualizados pela combinação de fraturas de alívio e tectônicas. Após a construção do acesso que permitiu avaliar a situação das lascas rochosas que não deslizaram (figura 2b), tiveram início as obras de estabilização, que, inclusive, já foram concluídas.

Há no deslizamento da ponte da Barra, como no do JB, um aspecto da maior importância que foi pouco comentado. Trata-se da constatação do inusitado. Afinal, estavam presentes todos os fatores necessários e suficientes para que se registrasse um desastre significativo, já que os matacões rochosos deslizados atingiram uma via de grande importância, na qual circulam milhares de veículos de passeio por dia e várias linhas de ônibus, além de ônibus escolares. No entanto, o deslizamento não provocou danos e nem causou mortes, simplesmente porque ocorreu num domingo, às 6 horas da manhã, quando nenhum veículo passava no local.



Figura 2: a) cicatriz do deslizamento; b) remoção dos dois matacões. (Foto: Marcos Ramos - Agência O Globo).

### Deslizamento de Pedro do Rio

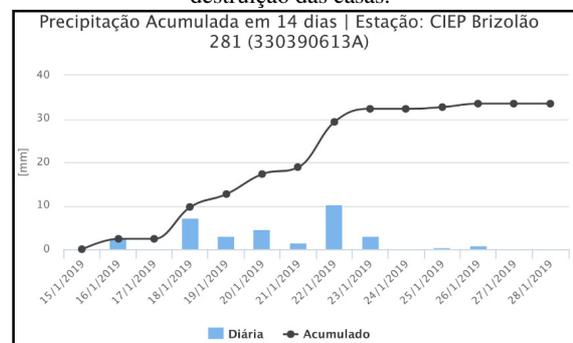
No dia 22 de Janeiro de 2019, às 14h00, uma placa rochosa de 50 T deslizou de uma altura de 100m, no bairro do Ingá, distrito da Posse, em Petrópolis (figura 3). Os blocos rochosos originados a partir da ruptura na parte alta da escarpa rochosa atingiram seis casas localizadas na base, e, depois, 40 casas (com 57 pessoas) situadas num raio de 500m do ponto de impacto foram interditadas pela Defesa Civil Municipal. Os relatos de que “barulhos foram escutados vindos do maciço durante a madrugada”, o fato de outros deslizamentos terem sido registrados na região no passado, e o reconhecimento de que o local afetado era considerado de risco (inclusive citado no Plano Municipal de Redução de Risco), podem explicar o fato dos moradores estarem

razoavelmente alertas frente ao perigo, e não ter havido mortes.

Mas as hipóteses que apontam a variação térmica (gradiente térmico extremo) como o fator deflagrador da ruptura da placa rochosa, em função de o deslizamento ter ocorrido após o registro no dia anterior (dia 21) de temperaturas da ordem de 37°C (figura 4a), sem registro de chuvas acumuladas e horárias significativas (figura 4b), e logo após a incidência de uma forte tempestade que causou alagamentos, derrubou árvores e, eventualmente, rebaixou a temperatura bruscamente, também são importantes apenas para explicar porque não ocorreu um desastre. Afinal, se houvesse fluxo d’água no plano de ruptura e o depósito de tálus situado na base da escarpa estivesse minimamente saturado, é quase certo que a placa rochosa deslizada não teria se fragmentado em tantos blocos rochosos e nem que o material deslizado não tivesse alcance muito maior e atingido outras casas.



Figura 3: à esquerda: cicatriz do deslizamento; à direita: destruição das casas.



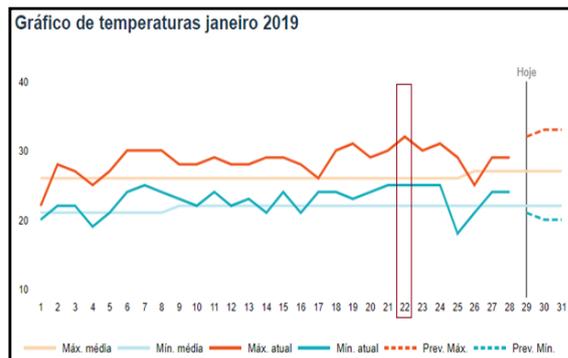


Figura 4: a) chuva diária e acumulada entre os dias 15/01/2019 e 28/01/2019, registrada na Estação Pluviométrica instalada no CIEP Brizolão 281, no distrito da Posse. Fonte: CEMADEM-RJ; b) Temperatura medida em Teresópolis no mês de Janeiro de 2019.

## Discussão e Considerações Finais

Sempre que analisar o perigo associado a um deslizamento de rocha para moradias situadas na base de uma escarpa rochosa no Rio de Janeiro, um geólogo de engenharia poderá afirmar, no mínimo, que “pode demorar, mas a rocha vem”. Isto é particularmente verdade se um destes indicativos de risco geológico estiver presente: (i) depósito de blocos rochosos na base da encosta; (ii) cicatriz (“unha de gato”) branca contrastando com uma face mais oxidada do restante da escarpa rochosa; e (iii) uma sucessão de fraturas de alívio pouco espaçadas junto ao topo da escarpa rochosa, combinadas a fraturas tectônicas.

Por outro lado, em relação às consequências do deslizamento - se haverá mortes, se casas serão destruídas ou se haverá bloqueio das vias de acesso -, o mesmo geólogo de engenharia terá que conviver com uma incerteza grande, uma vez que, como mostram os três casos estudados, diferentes fatores não diretamente geológicos podem interferir na destruição efetivamente provocada pelo deslizamento de rocha. No caso do deslizamento do JB, a barreira vegetal densa diminuiu o alcance da massa deslizada. No deslizamento da Barra, a ausência de circulação de veículos numa via arterial, num domingo, eliminou a exposição dos elementos vulneráveis. No caso do deslizamento da Posse, o fato do processo ter se dado à tarde e sem chuvas, respectivamente, ampliou a percepção

de risco da população e diminuiu o alcance do movimento de massa.

Os três casos mostram que a possibilidade de não ocorrer o desastre poderia ser considerada pelo profissional responsável pela análise de risco. Não há, contudo, como o profissional “brincar com o perigo”. Hoje, o mais importante é que o profissional reconheça as propriedades do maciço rochoso em avaliação e os diferentes mecanismos de rupturas possíveis na escarpa rochosa, e, a partir daí, trabalhar com o pior cenário de risco. Ou seja, ele deve considerar diversas trajetórias e alcances máximos nos deslocamentos de rocha, mesmo que o resultado da análise implique na interdição preventiva de muitas moradias e na retirada de muitos moradores de suas casas. Quando forem necessárias análises de risco mais apuradas, este profissional deverá, se possível, utilizar os softwares hoje disponíveis, como o Rockfall 4, e no limite, fazer uso de simulações numéricas.

## Bibliografia Consultada

- Collins, B.D.; Stock, G.M.; Eppes, M.; Lewis, S.W.; Corbett, S.C.; Smith, J.B. (2018) Thermal influences on spontaneous rock dome exfoliation. *Nature Communications*, 9:762, DOI: 10.1038/s41467-017-02728-1 | [www.nature.com/naturecommunications](http://www.nature.com/naturecommunications).
- Hencher, S.R.; Lee, S.G.; Carter, T.G.; Richards, L.R. (2011) Sheeting Joints: Characterization, Shear Strength and Engineering. *Rock Mech. Rock Eng.* 44:1–22. DOI 10.1007/s00603-010-0100-y
- Hoek, E. Analysis of Rockfall hazards. *ROCK ENGINEERING*. A.A. Balkema Publishers, P.O. Box 1675, 3000 BR Rotterdam, Netherlands
- Vargas, E. (2018) Fronteiras na pesquisa sobre os mecanismos de ruptura dos deslizamentos de rocha no Rio de Janeiro. Comunicação verbal.