

DOCUMENTO: Parecer Técnico	DATA.: 25/01/2024	PÁG.: 1/7
TÍTULO: Avaliação de Risco Geológico	MUNICÍPIO: Petrópolis	

1. Apresentação

No dia 25 de janeiro de 2024 foi realizada vistoria técnica, com o objetivo de atender ao ofício nº___/2024-1PJ COPET, Documento id.01514160 do Ministério Público do Rio de Janeiro, considerando o desastre ocorrido no dia 22 de janeiro de 2024, para avaliação do risco geológico da encosta do Ingá, Posse, Petrópolis, RJ. Esse parecer tem como referência, o Inquérito Civil nº04.22.0009.0004843/2023-66.

2. Introdução

De maneira simplificada o processo de queda de blocos/lasca (COBRADE,1.1.3.1.1/2) é o movimento de massa onde parte do material que compõe o paredão rochoso se desprende e assume movimento encosta abaixo, o que pode ocorrer por deslizamento, tombamento ou queda livre (Varnes, 1978). No entanto, trata-se de um movimento complexo, que pode ser desencadeado por diferentes agentes e sua trajetória pode variar de acordo com características do afloramento rochoso, do terreno e geometria do bloco, deste modo é um evento de alto poder destrutivo.

Os deslocamentos são comuns em Petrópolis, sobretudo no outono e inverno devido a maior amplitude de variação da temperatura entre o dia e a noite, gerando dilatação térmica nas fraturas (PMRR-Petrópolis, 2013) e desencadeando o efeito “casca de cebola” nos granitos e gnaisses expostos na região (esfoliação esferoidal). A variação de temperatura ocorre de maneira desigual em diferentes partes da rocha, intensificando as tensões nas zonas fraturadas e favorecendo a propagação destas feições ao longo do tempo, podendo resultar na ruptura sem que seja necessário condições meteorológicas extremas (Almeida,R.N.,2019).

De acordo com Amaral & Estrella (2019), para que haja perigo para imóveis localizados na base de encostas rochosas do Rio de Janeiro, quando associados a deslizamento de rocha, basta que haja um dos seguintes indicativos de risco geológico 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.

3. Histórico

O DRM-RJ esclarece que, os eventos ocorridos entre 19 e 22 de janeiro de 2024, são relatados desde fevereiro de 2014.

Segundo informações presentes em relatório do DRM-RJ, no dia 13 de fevereiro de 2014 foram mobilizadas placas de até 18m³. O impacto da queda fez as placas fragmentarem em blocos menores e o alcance foi de 25 metros da base do talude. Segundo relatórios técnicos específicos do NADE/DRM-RJ no passado, os eventos catalisadores são associados à hipótese da variação de temperatura entre o dia e a noite, levando à propagação de fissuras e à abertura das fraturas. Na ocasião, o escorregamento ocorreu num período de extensa seca, não sendo associado aos eventos de grandes chuvas.

Nesse registro nenhuma casa foi atingida, porém foram observados diversos blocos deslocados de eventos pretéritos, sendo elaborado polígono de risco remanescente e interdição de 07 casas pela Defesa Civil.

DOCUMENTO: Parecer Técnico	DATA.: 25/01/2024	PÁG.: 2/7
TÍTULO: Avaliação de Risco Geológico	MUNICÍPIO: Petrópolis	

Em 22 de Janeiro de 2019, uma placa rochosa de aproximadamente 50 toneladas deslizou de uma altura de 100m. Segundo Amaral e Estrella (2019), apesar do registro de chuvas no dia anterior ao evento (dia 21) a variação de temperaturas na ordem de 37°C, foi mais uma vez o deflagrador da ruptura uma vez que não se teve registro de chuvas acumuladas e horárias significativas. Segundo nota técnica emitida pelo DRM-RJ, foi constatado um processo natural físico da encosta devido ao desgaste ao longo do tempo pela variação de temperatura, ação das chuvas e vento. Os blocos rochosos originados a partir da ruptura na parte alta da encosta do Ingá atingiram seis casas localizadas na base do talude. A Defesa Civil Municipal, interditou cerca de 40 casas situadas num raio de 500m do ponto de impacto.

Em 20 de dezembro de 2019 e 04 de fevereiro de 2020, houveram novos relatos de quedas de blocos, em apenas um desses eventos houve acionamento da Defesa Civil Municipal, porém o DRM-RJ não esteve presente nesses eventos, nenhuma casa foi atingida nem houve relato de feridos.

Em 19 de janeiro de 2022, novos deslizamentos foram notificados pela Prefeitura de Petrópolis, próximo a quatro residências.

Em 01/06/2022, as rochas da pedreira do Ingá voltaram a se deslocar pela segunda vez no mesmo ano, porém sem informações sobre vítimas ou danos em imóveis no local.

Em 23 de dezembro de 2023, houve novo descolamento da encosta, atingindo 05 imóveis que já haviam sido interditados em eventos pretéritos.

4. Descrição

4.1 O evento

Nos dias 19 e 22 de janeiro de 2024, uma placa rochosa (Figura 1) deslizou no bairro Ingá, distrito da Posse, Petrópolis (coordenadas de referência UTM Fuso 23S 697140.00 m S / 7537024.00 m E). A cicatriz que originou o deslocamento está a cerca de 260 m de altura em relação à Rua da Pedreira, estende-se lateralmente por mais 150 m (Figura 6). Os blocos rochosos alcançaram a Rua da Pedreira, bem como casas a jusante e a montante da mesma, local anteriormente já demarcado como área de risco Alto (DRM-RJ, 2019) e imóveis interditados pela Secretaria Municipal de Defesa Civil de Petrópolis em eventos pretéritos. Além da cicatriz do evento em questão (cicatriz principal) há outra cicatriz de menor dimensão com evidências de deslocamentos recentes e iminência de novos.

Na presente vistoria foi possível analisar a porção basal da encosta alvo bem como a rua a jusante, vale salientar que devido ao alto risco de novos deslocamentos e remobilização do material a incursão não avançou para montante, também foi realizado levantamento aéreo (drone).

Os blocos presentes ao longo da rua no geral são característicos desse tipo de movimento, possuem uma faceta arredondada, rugosa e com marcas de alteração meteóricas, correspondendo a porção da fratura de alívio exposta, e outras facetas “frescas”, bastante angulosas e lisas, indicando recente deslocamento por tração. O bloco de maior dimensão (Figura 1- seta branca e Figura 2) possui cerca de 4x3 m, e provavelmente foi fragmentado ao longo da sua trajetória, e foi amortecido por árvores e destroços, não atingindo nenhuma residência. Porém, ao longo de toda a rua há blocos de menores dimensões, a aproximadamente 15 m do bloco principal há um bloco que atingiu uma residência e se acomodou na via (Figura 1 - seta amarela e Figura 3). Mais ao sul da rua, a aproximadamente 65 m do bloco principal, há uma situação que ilustra o potencial de saltamento e remobilização de blocos pretéritos (Figura 1 - seta laranja e Figuras 4 e 5), pois as vigas da estrutura de contenção encontram-se

DOCUMENTO: Parecer Técnico	DATA.: 25/01/2024	PÁG.: 3/7
TÍTULO: Avaliação de Risco Geológico	MUNICÍPIO: Petrópolis	

envergadas, porém suas grades estão intactas, há blocos antes e após a contenção e um deles quebrado devido ao choque com o outro.

Ademais, através das imagens aéreas é possível identificar diversos blocos soltos depositados no sopé da encosta, geralmente os de menor dimensão concentrados na rampa de tálus/colúvio junto ao material oriundo da capa delgada de solo residual do topo da escarpa, já os de maior dimensão dispostos ao longo da zona de dispersão da base da encosta. (Figuras 8 e 9)



Figura 1: Vista superior do evento do dia 22 de janeiro. Em destaque os principais blocos que alcançaram a rua (setas branca e amarela) .



Figura 2 e 3: À esquerda o bloco indicado com a seta branca, e à direita o bloco identificado com seta amarela.

DOCUMENTO: Parecer Técnico	DATA.: 25/01/2024	PÁG.: 4/7
TÍTULO: Avaliação de Risco Geológico	MUNICÍPIO: Petrópolis	



Figura 4 e 5: Em destaque pelas setas azuis (figura 0) indicativo do alcance que os blocos podem saltar. As imagens foram obtidas a uma distância de até 50 metros do maciço.

4.2 Fratura Principal

Ativada desde 2014, a fratura possui hoje largura de aproximadamente 150 metros com uma feição de aproximadamente 4 hectares.



Figuras 6 e 7: Face da fratura principal, ênfase na parte superior da imagem indicada com seta preta, da provável fonte do evento mais recente. É possível observar uma face fresca e sem percolação de água, como indicativos de desacoplamento recente.

DOCUMENTO: Parecer Técnico	DATA.: 25/01/2024	PÁG.: 5/7
TÍTULO: Avaliação de Risco Geológico	MUNICÍPIO: Petrópolis	



Figuras 8 e 9: São observados dois patamares com depósitos de blocos indicados pela seta amarela e azul a aproximadamente 160 metros da rua. O patamar superior (seta amarela) marca uma mudança de inclinação da encosta e provavelmente trata-se de um marco estrutural da rocha, que por ter maior resistência serve de anteparo para o material proveniente de cotas superiores, bem como pode favorecer a projeção de alguns blocos por saltamento.

4.3 Fratura Secundária

Ativada desde 2022, a fratura possui largura de aproximadamente 70 metros com uma feição de aproximadamente 0,7 hectare.

DOCUMENTO: Parecer Técnico	DATA.: 25/01/2024	PÁG.: 6/7
TÍTULO: Avaliação de Risco Geológico	MUNICÍPIO: Petrópolis	



Figuras 10 e 11: Fratura com percolação de água entre o plano de fratura e a encosta. Destaque para a vista frontal da fratura.



Figuras 12 e 13: Depósito de blocos frescos a aproximadamente 230m da rua.

5. Considerações Finais

No geral, o fator deflagrador de deslizamentos de rochas é o intemperismo físico e químico ao qual a encosta está exposta. A grande variação térmica incidente, associada à percolação da água proveniente das chuvas entre as fraturas de alívio de pressão, criam planos de ruptura que são ativados principalmente pela variação térmica que incide na encosta. De acordo com os dados pluviométricos

DOCUMENTO: Parecer Técnico	DATA.: 25/01/2024	PÁG.: 7/7
TÍTULO: Avaliação de Risco Geológico	MUNICÍPIO: Petrópolis	

disponíveis (Estação: CIEP Brizolão/CEMADEN) entre os dias 18/01 e 22/01 o único dia com registro de chuva foi 21/01 com acumulada de 27,4 mm/24h, já a variação térmica oscila de 4°C a 9,5° (tabela 1)

Tabela 1:

Variação de Temperatura na região da Posse (Estação Pico do Couto, fonte INMET)		
Data	Temperatura máxima	Temperatura mínima
18/01/2024	24,7°C	15,2°C
19/01/2024	20,8°C	16,8°C
20/01/2024	23,9°C	16,4°C
21/01/2024	20,1°C	15,1°C
22/01/2024	17,8°C	13,3°C

Deste modo, a hipótese mais provável é que o gradiente térmico é o principal agente deflagrador da ruptura, fato corroborado pelo aspecto dos blocos e alcance de movimento, pois no caso de ocorrência de precipitação, o depósito de tálus na base da encosta teria saturado tornando o movimento ainda mais complexo, com maior alcance e poder destrutivo.

6. Conclusão

Foram identificados depósito gravitacional de base (tálus); cicatriz recente (esbranquiçada e polida) e cicatrizes pretéritas oxidadas; fraturas de alívio pouco espaçadas combinadas com fraturas tectônicas, blocos de grandes dimensões ao longo da área de dispersão ou acomodados em porções menos íngremes, imóveis danificados, além de árvores e postes abatidos.

Ressalta-se que os imóveis a jusante e a montante da Rua da Pedreira e Travessa da Pedreira estão localizados sobre área de dispersão de blocos, onde inevitavelmente haverá atingimento, no entanto é complexo prever seu alcance e dano devido a complexibilidade do movimento, visto que um bloco pode ter seu movimento atenuado ou potencializado, bem como trajetória alterada, de acordo com as condições do terreno (como imóveis, declividade, vegetação) e condições climáticas (precipitação e variação térmica). Após o período emergencial recomenda-se a setorização de risco de acordo com a metodologia postulada Ministério das Cidades & IPT (2007) e praticada pelo DRM-RJ.

Desta forma, foi traçado um polígono de Risco Remanescente, de acordo com a metodologia utilizada pelo DRM-RJ, posto que os processos acima relatados se encontram ativos. (Anexo I).



MARCELA DE C. LOBATO

CARGO: Geóloga

CREA-RJ nº 2009636040

Instituto Manguzeais

ANEXO I

Elaboração: Instituto Manguezais

Data da Vistoria: 25/01/2024

Data da Elaboração do Parecer Técnico: 25/01/2024

Equipe Técnica: Ariadne Senna, Jenifer Romero, Leonardo Freire

Responsável Técnico:

Marcia de C. Lobato
NOME RESPONSÁVEL

CARGO: Geóloga
Crea - RJ: 2009636040
Instituto Manguezais

Legenda:

- Blocos mapeados
- Cicatrices de movimientos de massa
- Risco Remanescente

Datum Horizontal SIRGAS 2000
Sistema de Coordenadas UTM FUSO 23s

Apoiadores:

