

Mitigação de Riscos Geotécnicos em Favelas de Difícil Acesso: O Caso da Rua Major Toja Martinez Filho, Vidigal, RJ

Bruno Vieira de Jesus

Engenheiro Geotécnico, Fundação GEO-RIO, Rio de Janeiro, Brasil, brunojesus@prefeitura.rio

Rodrigo Ferreira França

Geólogo, Fundação GEO-RIO, Rio de Janeiro, Brasil, rodrigo.franca@prefeitura.rio

Marcus Bergman

Engenheiro Geotécnico, Fundação GEO-RIO, Rio de Janeiro, Brasil, marcus.bergman@prefeitura.rio

Luiz Jose Rebelo Osorio Brandão da Silva

Geólogo, Fundação GEO-RIO, Rio de Janeiro, Brasil, luiz.brandao@prefeitura.rio

Andre Marques Abreu

Engenheiro Civil, Fundação GEO-RIO, Rio de Janeiro, Brasil, andre.abreu@prefeitura.rio

RESUMO: Entre a madrugada de 06 de fevereiro e a noite de 07 de fevereiro de 2019, um evento extremo de chuvas atingiu o Rio de Janeiro, registrando acumulados de 162,2 mm em 24 horas e com máximas de 75,6 mm/h. No Vidigal, a mobilização de blocos rochosos da escarpa de até 350 metros de desnível impactou diretamente residências na Rua Major Toja Martinez Filho. O evento foi condicionado pelo fraturamento descontínuo do maciço e pelo perfil de intemperismo pouco espesso, que facilitaram escorregamentos e quedas de rochas. A mitigação do risco geotécnico envolveu a instalação de telas de alta resistência, barreiras dinâmicas de 3.000 kJ e 1.000 kJ, além de dispositivos de drenagem superficial. Para a execução das obras, foi necessário reassentar 33 residências. O difícil acesso ao local demandou soluções inovadoras, incluindo a construção de uma escada com 900 degraus na rocha e a instalação de um teleférico para transporte de materiais. Profissionais alpinistas industriais foram fundamentais para a execução segura dos trabalhos. Este caso destaca os desafios técnicos e logísticos da intervenção geotécnica em favelas de difícil acesso e serve como referência para futuras ações em áreas de alta vulnerabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Evento Pluviométrico Severo, Taludes Antrópicos, Movimento de Massa, Mitigação de Risco Geotécnico, Difícil Acesso, Vidigal.

ABSTRACT: Between the early morning of February 06th and the evening of February 07th, 2024, an extreme rainfall event hit Rio de Janeiro, registering accumulated rainfall of 162.2 mm in 24 hours and peaks of 75.6 mm/h. In Vidigal, the movement of rock blocks from the escarpment, with a drop of up to 350 meters, directly impacted homes on Rua Major Toja Martinez Filho. The event was conditioned by the discontinuous fracturing of the massif and the thin weathering profile, which facilitated landslides and rockfalls. Geotechnical risk mitigation involved the installation of high-strength screens, 3,000 kJ and 1,000 kJ dynamic barriers, and surface drainage devices. The work required the relocation of 33 homes. The difficult access to the site required innovative solutions, including the construction of a 900-step staircase in the rock and the installation of a cable car to transport materials. Professional industrial climbers were essential to the safe execution of the work. This case highlights the technical and logistical challenges of geotechnical intervention in difficult-to-access favelas and serves as a reference for future actions in highly vulnerable areas.

KEYWORDS: Severe Rainfall Event, Anthropogenic Slopes, Mass Movement, Geotechnical Risk Mitigation, Difficult Access, Vidigal.

1 INTRODUÇÃO

A urbanização é um dos fenômenos com maior capacidade de alteração do espaço e a forma como ela acontece favorece para que a população de baixa renda busque por loteamentos mais acessíveis e ocupem loteamentos irregulares instalados em encostas criando uma vulnerabilidade aos processos de deslizamento. (SOUSA & LONGHITANO, 2016).

A cidade do Rio de Janeiro, com sua topografia acidentada e a complexa dinâmica de ocupação urbana, tem levado à ocupação de locais com alta suscetibilidade a fenômenos geodinâmicos, como a queda e o rolamento de blocos rochosos. Tais áreas, caracterizadas por densidade populacional elevada e proximidade a grandes paredões rochosos e talvegues, com desníveis superiores a 200 metros, são particularmente vulneráveis a movimentos de massa.

Entre os dias 06 e 07 de fevereiro de 2019 a cidade do Rio de Janeiro foi atingida por um evento pluviométrico severo com uma precipitação máxima em 24 horas de 162,2 mm e com registros de precipitação máxima em 01 hora de até 75,6 mm, na estação pluviométrica Vidigal. No Vidigal, tal precipitação provocou a mobilização de blocos rochosos de grande porte que atingiram diretamente residências na Rua Major Toja Martinez Filho, resultando em vítimas (Figura 01 e Figura 03). O evento foi condicionado pela geologia local, com maciço fraturado e intemperismo superficial pouco espesso (Figura 02).



Figura 1. Vista aérea do Vidigal – Rua Major Toja Martinez Filho: perfis de intemperismo pouco espesso em encosta de forte declividade acima das escarpas rochosas, fornecem material para escorregamentos recorrentes. Fonte: adaptado de Fundação GEO-RIO (2021a).

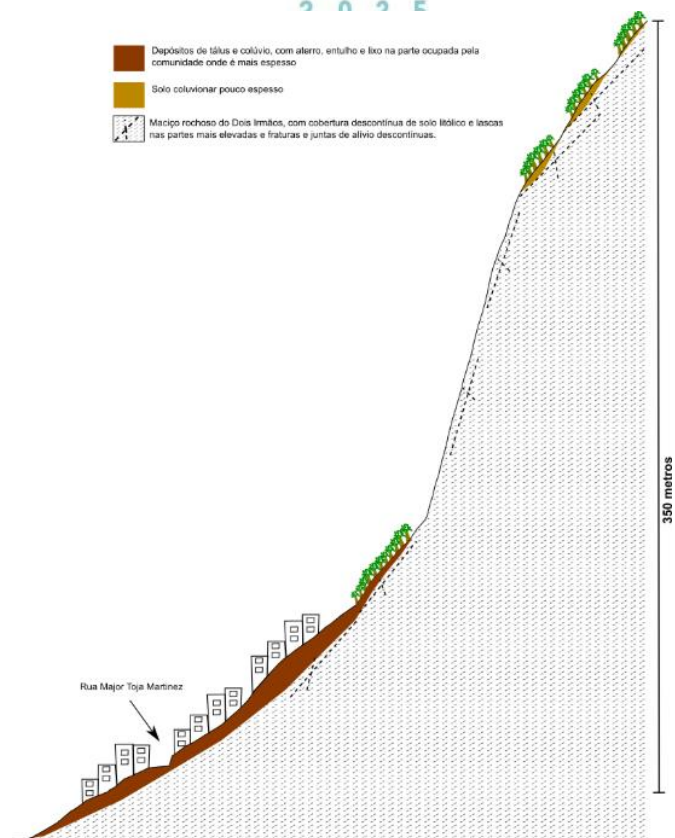


Figura 2. Seção geológico-geotécnica esquemática mostrando a situação a montante da Rua Major Toja Martinez. Fonte: Fundação GEO-RIO (2020).

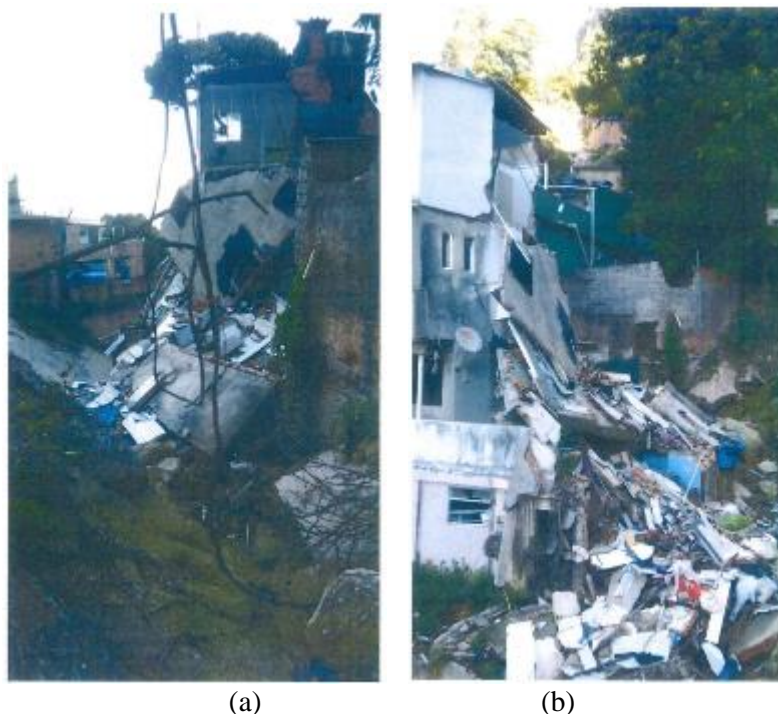


Figura 3. (a) Algumas das casas atingidas pelo acidente de 2019 e proximidade destas da escarpa rochosa. (b) Vista Frontal de algumas das casas atingidas pelo acidente de 2019. Fonte: Fundação GEO-RIO (2021b).

Este trabalho apresenta o estudo de caso, focando nas soluções adotadas para mitigação de risco geotécnico e nos desafios técnicos e logísticos superados, visando contribuir para futuras ações em áreas similares de alta vulnerabilidade.

2 O CASO DE OBRA

A obra denominada “Obras de CONTENÇÃO de Encostas, Demolição de Moradias, Retirada e Transporte de Resíduos na R. Major Toja Martinez Filho - Vidigal - VI AR - AP-2.1” teve o prazo contratual de 530 dias corridos, iniciada em 15 de junho de 2023 e finalizada em 25 de novembro de 2024.

Para o mapeamento da área de risco a escorregamentos procedeu-se inicialmente o uso de uma ficha de cadastro, baseada no método proposto pela Fundação GEO-RIO (2014) e Carvalho, Macedo & Ogura (2007), utilizada em vistoria de campo.

A complexidade do cenário exigiu uma metodologia adaptada às características locais. O mapeamento geológico-geotécnico foi realizado por meio de trilhas de difícil acesso, por geólogos de engenharia experientes. As análises permitiram identificar o fraturamento descontínuo do maciço, a espessura reduzida do intemperismo e os principais mecanismos de ruptura.

A execução das obras demandou soluções logísticas excepcionais: foi construída uma escada provisória com cerca de 900 degraus chumbados na rocha para acesso das equipes de trabalho aos locais das intervenções (Figura 4a), e instalado um teleférico para transporte de materiais. A equipe de execução contou com alpinistas industriais certificados, fundamentais para a instalação segura de estruturas em locais inacessíveis por meios convencionais (Figura 4b).

A geotecnologia também teve papel central. Foram utilizados drones para dois objetivos: (i) fiscalização e monitoramento da obra, garantindo independência técnica, e (ii) geração de ortofotos e modelos 3D de alta precisão, processados por meio do software Site Scan®, que otimizou o fluxo de trabalho e a precisão da locação das estruturas.

O Site Scan® é um software de mapeamento de drones baseado em nuvem que realiza a coleta, o processamento e a análise de dados de imagens captadas por drones e trabalha associado a um Sistema de Informação Geográfica (GIS), o qual permite a criação, gestão, análise e visualização de dados geográficos, integrando informações de localização com dados descritivos sobre esses locais (SITE SCAN, 2025).



(a)



(b)

Figura 4. (a) Escada provisória com cerca de 900 degraus chumbados na rocha. (b) Alpinistas industriais certificados executando a perfuração na rocha. Fonte: Fundação GEO-RIO (2019).

As soluções de contenção implementadas foram:

- Cerca de 1.700 m² de Sistema de Telas de alta resistência com grampos para retenção superficial de fragmentos, na região à montante do paredão rochoso (Figura 5a e Figura 5b);
- 150,0 m lineares de Barreiras dinâmicas de 3.000 kJ, com altura de 4,0m na região do topo do paredão rochoso (Figura 6a e Figura 6b); e 110,0 m lineares de Barreiras dinâmicas, com altura de 3,0m e 1.000 kJ na região à jusante do paredão rochoso (Figura 7a e Figura 7b), para interceptação de blocos de alta energia;
- Sistema de drenagem, através de 5 unidades de dissipadores de energia hidráulica ao longo do talvegue que passa próximo as moradias.



(a)



(b)

Figura 5. Sistema de Telas de alta resistência com grampos, na região à montante do paredão rochoso. (a) Vista de montante (b) Vista de jusante. Fonte: Fundação GEO-RIO (2019).



(a)



(b)

Figura 6. Barreiras dinâmicas de 3.000 kJ , com altura de 4,0m na região do topo do paredão rochoso em execução. (a) Vista de montante (b) Vista lateral. Fonte: Fundação GEO-RIO (2019).



(a)

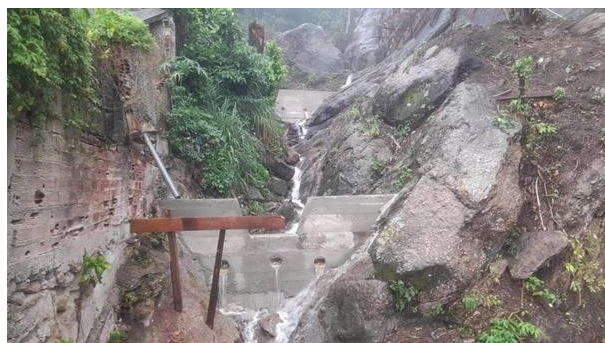


(b)

Figura 7. Barreiras dinâmicas de 1.000 kJ , com altura de 3,0m na região à jusante do paredão rochoso. (a) Vista de jusante (b) Em execução. Fonte: Fundação GEO-RIO (2019).



(a)



(b)

Figura 8. Sistemas de dissipadores de energia hidráulica no talvegue que passa próximo as moradias (a) Ponto mais à montante (b) Ponto mais à jusante. Fonte: Fundação GEO-RIO (2019).

A necessidade de garantir a segurança dos moradores e para a própria execução das intervenções geotécnicas foi necessário o reassentamento preventivo de 33 residências antes e durante a obra. Após o reassentamento dos moradores foi executada a demolição das moradias para a realização das intervenções propostas (Figura 9a e Figura 9b).



(a)



(b)

Figura 9. Demolição das moradias. (a) Em processo (b) Executado. Fonte: Fundação GEO-RIO (2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A intervenção geotécnica no Vidigal, Setor Toja Martinez, representou um modelo para intervenções em áreas urbanas de difícil acesso, com severas limitações de acesso e topografia e demonstrou a eficácia das soluções adotadas.

A combinação de fatores geológicos adversos, topografia extrema e alta densidade urbana exigiu inovação técnica e logística.

A participação de alpinistas industriais reforçou que, em terrenos inacessíveis, o domínio de técnicas verticais é indispensável. A articulação entre conhecimento técnico e capacidade operacional foi determinante para o êxito do projeto.

A escada chumbada em rocha e o teleférico viabilizaram a mobilização de materiais e equipes. A adoção de geotecnologias, especialmente o uso de drones e o software Site Scan®, contribuíram decisivamente para precisão e agilidade da execução e o acompanhamento em tempo real da obra, além da segurança no processo. A independência da equipe de fiscalização na coleta e análise dos dados reforça a importância dessas ferramentas para obras em áreas críticas.

As barreiras dinâmicas e as telas foram instaladas com sucesso nas cotas críticas da escarpa, permitindo interceptar possíveis blocos remanescentes. A drenagem superficial contribuiu para estabilização do maciço.

A estratégia multidisciplinar e a integração entre profissionais de geologia, geotecnia, estruturas e obras civis, aliada ao uso estratégico de tecnologias, foram decisivas para a conclusão segura das intervenções. Esta abordagem integrada serviu como resposta eficaz a um evento catastrófico e tornou este caso um exemplo relevante de superação de barreiras logísticas em prol da segurança de comunidades vulneráveis.

4 CONCLUSÃO

A intervenção realizada no Vidigal demonstrou que, mesmo em contextos de extrema complexidade, foi possível implementar soluções de engenharia eficazes para mitigação de riscos geotécnicos. A rápida resposta técnica, o uso de tecnologias inovadoras e a gestão integrada permitiram a estabilização de uma área altamente vulnerável, com proteção efetiva da população.

O caso reforça a necessidade de planejamento técnico detalhado, recursos logísticos adequados e atuação de equipes experientes e multidisciplinares. A replicabilidade dessa abordagem em outras comunidades do Rio de Janeiro e do Brasil depende da valorização do conhecimento técnico e do investimento contínuo em infraestrutura e tecnologias adaptadas à realidade local.



AGRADECIMENTOS

Expressamos nosso agradecimento a toda a equipe técnica da Fundação GEO-RIO pelo empenho contínuo na melhoria da segurança geotécnica na cidade do Rio de Janeiro. Destacamos, em particular, nossa apreciação aos profissionais que estiveram na linha de frente durante o atendimento de emergência, na criação de soluções técnicas e na supervisão das obras decorrentes do incidente geotécnico que ocorreu em razão das chuvas intensas entre a madrugada do dia 6 e a noite do dia 7 de fevereiro de 2019, afetando diretamente as casas na Rua Major Toja Martinez Filho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carvalho, C.S.; Macedo, E. S. D.; Ogura, A. T. (2007). *Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios*. Brasília: Ministério das Cidades/IPT.
- Fundação GEO-RIO (2014). *Manual Técnico de Encostas*. Volumes 1 e 2. 2a edição.
- Fundação GEO-RIO (2019). *Relatório Técnico sobre o evento de 2019 no Vidigal e intervenções na Rua Major Toja Martinez Filho*.
- Fundação GEO-RIO (2020). *Cartas Geotécnicas de Aptidão à Urbanização do Município do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro*.
- Fundação GEO-RIO (2021a). *Relatório de Inspeção de 12 de maio de 2021 com uso de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) no Setor Toja Martinez – Vidigal – Rio de Janeiro*.
- Fundação GEO-RIO (2021b). *Relatório Geológico Geotécnico Toja Martinez (08-10-2021)*.
- Site Scan (2025). Disponível em: < <https://www.esri.com/pt-br/arcgis/products/arcgis-reality/products/site-scan-for-arcgis> >. Acesso em: 10 jul. 2025.
- Sousa, A. M. ; Longhitano, G. A. (2016). *Comparativos de métodos de obtenção de fotografias aéreas inclinadas para o monitoramento de áreas de risco na Cidade de São Paulo: Helicóptero x Drones*. In: III Congresso da Sociedade de Análise de Risco Latino Americana SRA-LA.