

DOI: 10.47094/COBRAMSEG2024/246

Retroanálise Geotécnica de Estrutura de Contenção em Concreto Armado na Região Centro-Sul de Belo Horizonte - MG

Thiago Bomjardim Porto

Pesquisador do Programa de Pós-graduação em Geologia – PPGEOL. Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais – IGC UFMG, Belo Horizonte, Brasil, thiagoportoeng@gmail.com

Silvia Diniz Faria

Pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil – PPGCC. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais – EEUFMG, Belo Horizonte, Brasil, silviadinizfaria@yahoo.com.br

Maria Giovana Parizzi

Professora e Pesquisadora do Programa de Pós-graduação em Geologia – PPGEOL. Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais – IGC UFMG, Belo Horizonte, Brasil, mgparizzi18@gmail.com

RESUMO: Este artigo apresenta um estudo de caso real de uma estrutura de contenção construída em meados de 2009 no Bairro Mangabeiras, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. Trata-se de um muro de arrimo convencional em concreto armado, formato L, projetado para suportar esforços à flexão. Ele possui comprimento longitudinal na ordem de 53 metros, altura na ordem de 2 metros e espessura aproximada de 30 centímetros. Possui também contrafortes aproximadamente a cada 2 metros com vistas a aumentar sua rigidez à flexão. Cerca de 7 metros da contenção sofreu colapso do tipo tombamento devido, provavelmente, a erros no dimensionamento geotécnico-estrutural. Narrativas locais informaram que parte do muro apresentou sinais de instabilidade a partir do segundo semestre de 2018, e rompeu no início de 2019. Nessa época, o município enfrentava um dos maiores índices de pluviosidade já registrados nos últimos anos, favorecendo a saturação do terreno e conseqüentemente redução de seus parâmetros de resistência, culminando na movimentação do talude à montante. O objetivo deste artigo foi realizar uma retroanálise simplificada teórico-analítica dos principais motivos prováveis que ocasionaram o colapso geotécnico-estrutural da contenção. Por fim, a partir de uma análise iterativa obteve-se os parâmetros de resistência do terreno na ocasião do tombamento.

PALAVRAS-CHAVE: Estrutura de Contenção, Taludes, Ruptura Geotécnica, Análise de Estabilidade, Retroanálise.

ABSTRACT: This paper presents a real case study of a containment structure built in mid-2009 in the Mangabeiras neighborhood, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. It is a conventional L-shaped reinforced concrete retaining wall, designed to withstand bending efforts. It has a longitudinal length of around 53 meters, a height of 2 meters and a thickness of 30 centimeters. It also has buttresses approximately every 2 meters to increase its flexural rigidity. Around 7 meters of the containment suffered a tipping collapse, probably due to errors in the geotechnical-structural design. Local narratives reported that part of the wall showed signs of instability from the second half of 2018, and broke in early 2019. At that time, the municipality faced one of the highest rainfall rates ever recorded in recent years, favoring the saturation of the land and consequently reducing its resistance parameters, culminating in the movement of the upstream slope. The objective of this article was to carry out a simplified theoretical-analytical retro-analysis of the main probable reasons that caused the geotechnical-structural collapse of the containment. Finally, from an iterative analysis, the terrain resistance parameters at the time of tipping were obtained.

KEYWORDS: Retaining Structure, Slopes, Geotechnical Rupture, Stability Analysis, Retroanalysis.

1 INTRODUÇÃO

Movimentos gravitacionais de massa são eventos naturais que envolvem o deslocamento de solos, rochas e/ou sedimentos em encostas. Esses fenômenos podem ser agravados ou potencializados por fatores naturais como a chuva e amplificados pela intervenção humana (antrópica), resultando em acidentes e desastres naturais significativos (HUNGR *et al.*, 2014).

Segundo Varnes (1978), os movimentos de massa podem ser classificados em seis tipos distintos: escorregamento, quedas, tombamento, fluxo, espalhamento lateral e complexos. Posteriormente, Augusto Filho (1994) adaptou essa classificação às particularidades ambientais do Brasil, reduzindo-a para quatro categorias específicas: rastejo, deslocamento de corpos rochosos (incluindo quedas, tombamento ou rolamento), fluxo de detritos e deslizamento ou escorregamento. Apresenta-se na Figura 1 a classificação proposta por Grotzinger e Jordan (2023).

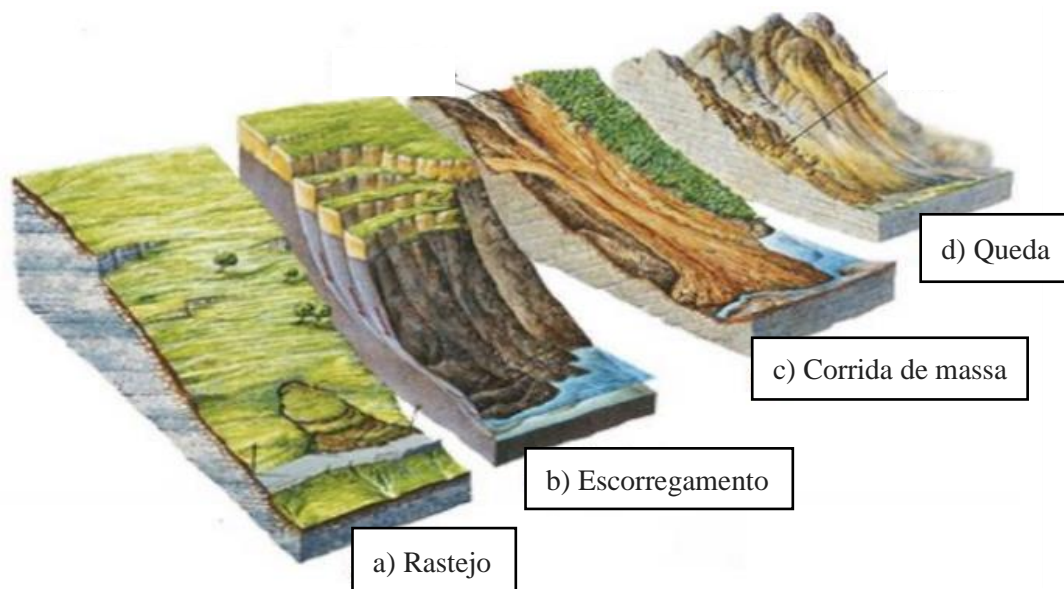


Figura 1. Movimentos gravitacionais de massa classificados quanto ao tipo e natureza do material deslocado: (a) Rastejo; (b) Escorregamento ou deslizamento; (c) Corrida de massa ou fluxo de detritos e (d) Queda.

Fonte: Adaptado de Grotzinger e Jordan (2023).

Em função de suas características geológico-geotécnicas, o Brasil enfrenta vários desafios relacionados aos movimentos gravitacionais de massa. As características climáticas tropicais com verões com chuvas intensas são importantes gatilhos para favorecimento desses eventos geodinâmicos. Os eventos climáticos extremos, aliados à urbanização crescente, têm propiciado um cenário de tragédias de larga escala em centros urbanos (PARIZZI, 2021).

A expansão não planejada das atividades antrópicas agravam a vulnerabilidade local, com ações como cortes em taludes, aterros, depósitos de lixo e alterações na drenagem natural, culminando assim, na diminuição dos parâmetros de resistência das encostas (ângulo de atrito e coesão) e, conseqüentemente, aumentando a suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa. O desmatamento e outras práticas ambientais também contribuem para esse quadro preocupante (PARIZZI, 2021).

Ocupações irregulares em áreas de relevo íngreme, onde a infraestrutura urbana é insuficiente ou inexistente são locais potenciais para eventos geodinâmicos. O planejamento urbano deficiente e o crescimento desordenado das cidades aumentam os riscos, potencializando danos materiais e perdas humanas relacionadas a esses fenômenos naturais (PARIZZI, 2021).

As condicionantes e mecanismos de ruptura de encostas na região Metropolitana de Belo Horizonte, bem como correlações entre chuvas e movimentos gravitacionais de massa já são objeto de estudos há vários anos, com destaque aos trabalhos: Parizzi (2004), Parizzi *et al.* (2006), Parizzi *et al.* (2011), Parizzi *et al.* (2013), Parizzi (2014), Parizzi (2021), Menezes *et al.* (2021), Parizzi (2022), e Silva *et al.* (2023). Recentemente, Porto (2024) mapeou as áreas suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa

(deslizamentos) para os municípios de Belo Horizonte, Contagem, Nova Lima e Sabará, constituindo uma importante ferramenta para auxiliar os gestores públicos na tomada de decisões quanto a intervenções futuras.

Este artigo discute a ruptura de uma estrutura de contenção em concreto armado localizada em Belo Horizonte, atribuída a erros no dimensionamento geotécnico-estrutural e à falta de uma análise geológica adequada dos fenômenos associados ao movimento do talude. O incidente foi caracterizado como uma ruptura global e de grande magnitude. Posteriormente, foram conduzidas retroanálises para identificar suas causas.

A qualidade das estruturas de concreto armado pode ser avaliada em três perspectivas: segurança, desempenho e durabilidade. Os critérios relacionados ao desempenho e à segurança devem ser avaliados ao longo de toda a vida útil predefinida da estrutura, garantindo assim sua durabilidade. A maneira como a estrutura é utilizada em seu ambiente integrado serve como um indicador fundamental para medir seu desempenho, segurança e durabilidade. Ressalta-se que um bom projeto de estrutura de contenção deve considerar as ações conforme a NBR 8681 (ABNT, 2004) e as diretrizes da NBR 6118 (ABNT, 2023). As diretrizes normativas exigem uma vida útil mínima de 50 anos para a estrutura, NBR 15575-1 (ABNT, 2024).

2 RETROANÁLISE

De acordo com Nascimento (2016), a retroanálise é uma metodologia utilizada para determinar os parâmetros do terreno na ocasião de um movimento gravitacional de massa, possibilitando-se assim obter os dados geotécnicos de maneira satisfatória. Os resultados obtidos podem ser utilizados em futuros projetos em regiões próximas ao talude retroanalizado, assegurando maior confiabilidade em futuras análises e consequentemente futuras obras de infraestrutura de contenção de talude do mesmo tipo e natureza. Da mesma forma, conforme afirmado por Faria *et al.* (2017), a retroanálise não apenas aumenta a confiabilidade, mas também avalia a incerteza nos modelos de análise de estabilidade de taludes próximos a áreas de deslizamento.

A abordagem metodológica adotada neste trabalho para a análise de estabilidade foi determinística, fundamentada no princípio do equilíbrio limite, com um fator de segurança (FS) unitário e a estimativa dos parâmetros na condição de ruptura iminente. Jiang e Yamagami (2008) destacam a utilidade desse método para o planejamento de medidas corretivas em deslizamentos. Além disso, Pinto (2013) e Faria *et al.* (2017) enfatizam que a retroanálise é amplamente empregada para uma avaliação mais precisa do evento, visando identificar as possíveis causas que levaram ao colapso geotécnico.

3 ASPECTOS GEOLÓGICOS

No estado de Minas Gerais, no que se refere a geologia regional, o estudo de caso está na Serra do Curral, localizada no limite norte do distrito minerário do Quadrilátero Ferrífero. No âmbito municipal de Belo Horizonte, o estudo de caso está inserido na regional Centro-Sul de Belo Horizonte. Composta por rochas sedimentares datadas de mais de 2,4 bilhões de anos atrás. A serra foi deformada por movimentos tectônicos ao longo do tempo, resultando em metamorfismo. As rochas metassedimentares pertencem ao Grupo Itabira, dividido em Formação Cauê (predominantemente itabiritos) e Formação Gandarela (dolomitos, filitos dolomíticos e ferruginosos). Os itabiritos, rochas resistentes à erosão, encontram-se no topo da serra, enquanto os dolomitos e filitos, mais suscetíveis à erosão, ocupam as partes inferiores e vales. A paisagem da serra é moldada por processos erosivos e gravitacionais, como escorregamentos e quedas de blocos. As escarpas evoluem devido à queda e escorregamentos de blocos, sendo mais pronunciadas na face voltada para Belo Horizonte. Descontinuidades nas rochas contribuem para a queda de blocos, formando depósitos de tálus na base da serra. As estruturas planares dos itabiritos e dos dolomitos foram mapeadas, incluindo fraturas paralelas e subverticais que influenciam a forma da escarpa. Na face oposta, em Nova Lima, os escorregamentos planares são mais comuns (PARIZZI, 2004).

O talude do estudo de caso é formado por tálus derivado da fragmentação de filitos e quartzitos da Formação Cercadinho no bairro Mangabeiras em Belo Horizonte, MG. Depósitos acumulados resultantes de rupturas de filitos e xistos na base do talude se movimentam lentamente, deslizamento este caracterizado como rastejamento (PARIZZI, 2021). Relatos de moradores do local afirmam que chuvas intensas de verão ocorridas em dezembro/1979 e janeiro/1980 foram o gatilho para um grande deslizamento que se iniciou nas proximidades do Palácio das Mangabeiras (região mais alta nas imediações do sinistro), coordenada geográfica 19°57'13,5"S; 43°54'48", na altitude média de 1166 metros, se estendendo por cerca de 200 metros (em planta) até as imediações da área de estudo desta pesquisa.

4 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

A estrutura de contenção de concreto armado estudada está localizada na Rua João Camilo de Oliveira Torres, próxima ao número 95, no Bairro Mangabeiras, na região Centro-Sul de Belo Horizonte, Minas Gerais, Figura 2. Trata-se de um muro de arrimo convencional em concreto armado, formato L, projetado para suportar esforços à flexão. Ele possui comprimento longitudinal na ordem de 53 metros, altura na ordem de 2 metros e espessura aproximada de 30 centímetros. Possui também contrafortes aproximadamente a cada 2 metros com vistas a aumentar sua rigidez à flexão. Cerca de 7 metros da contenção sofreu colapso do tipo tombamento devido, provavelmente, a erros no dimensionamento geotécnico-estrutural.

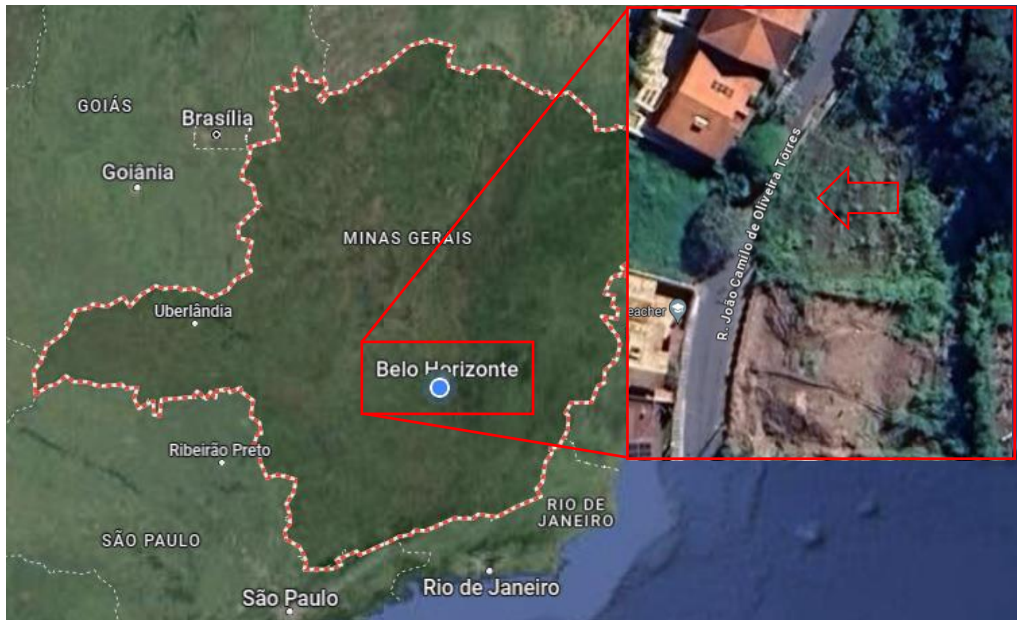


Figura 2. Localização da estrutura de contenção. Fonte: google.com.br/maps – acessado em 21/03/2024.

Relatos dos moradores indicam movimentos lentos e graduais do terreno próximo à rua João Camilo, próximo ao número 95, caracterizado como um tipo de movimento gravitacional de massa conhecido como rastejo. Segundo Highland e Bobrowsky (2008), o termo "rastejo" (creep) refere-se ao movimento lento e gradual do solo, caracterizado por um deslocamento imperceptível e contínuo para baixo do talude. Esse tipo de deslocamento é causado por tensões de cisalhamento internas que são suficientes para provocar deformações, porém não são capazes de causar rupturas. Tipicamente, há três tipos de rastejo: (1) sazonal, no qual o movimento ocorre sazonalmente no interior e no fundo do solo afetado por variações sazonais, como mudanças na umidade e temperatura; (2) contínuo, onde a tensão de cisalhamento permanece constante e excede a resistência do material; e (3) progressivo, no qual os taludes alcançam o ponto de ruptura, resultando em outros tipos de movimentação do terreno.

Um dos residentes mencionou que em dezembro de 2009 o muro "antigo/existente" desabou, porém, devido ao período chuvoso, a Prefeitura de Belo Horizonte não pôde reconstruir a estrutura imediatamente. Em 2012, a Prefeitura reconstruiu o muro de arrimo em concreto armado convencional. Em meados de 2018, após uma intervenção à montante do muro, sinais de instabilidade foram identificados pelos moradores, culminando com o deslizamento e tombamento parcial da estrutura de contenção em concreto armado. Em abril de 2019, o mecanismo e modo de ruptura foi verificado em módulo adjacente à primeira ocorrência, demonstrando que o processo de instabilização continuava ativo e em progresso. Dessa forma, o colapso generalizado (ELU) de dois módulos do muro, separados por juntas de dilatação, ocorreu ao longo de 2019 e aumenta até os dias atuais. Nessa época, Belo Horizonte enfrentava um dos maiores índices de pluviosidade já registrados na região, favorecendo a saturação do terreno e consequentemente redução de seus parâmetros de resistência, culminando na movimentação do talude à montante, caracterizado, principalmente, pela mudança de direção principal da vegetação local e comprometimento da acessibilidade da via de acesso.

A área de estudo está localizada nas proximidades da coordenada 19°57'13"S; 43°54'51" e possui altitude média em relação ao nível do mar de 1010 metros.

A Figura 3 apresenta uma linha do tempo fotográfica realizada através de imagens do google street view e fotos disponibilizadas por moradores, com os principais acontecimentos, de 2009 à 2024. Percebe-se que o relevo à montante da estrutura de contenção na ocasião do sinistro propiciava um aumento do empuxo.

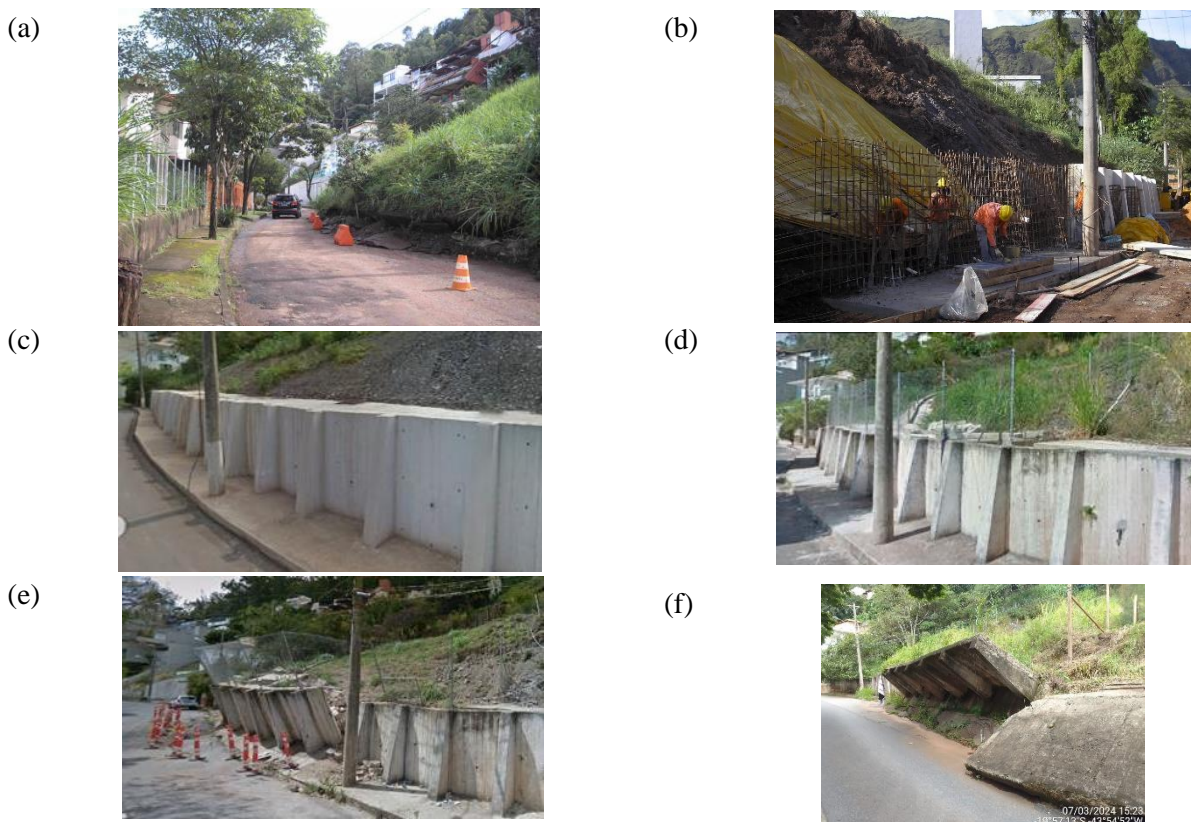


Figura 3. Linha do tempo fotográfica com os principais acontecimentos (2009 a 2024): (a) Início do deslizamento ocorrido em 2009; (b) Muro em construção em 2012; (c) Muro reconstruído em 2012; (d) Muro aparentemente em boas condições em 2017; (e) Deslizamento e tombamento de parte do muro em 2018; (f) Aumento de deslizamento e tombamento de parte do muro em Março/2024. Fonte: Autores.

5 ANÁLISE DE ESTABILIDADE DETERMINÍSTICA DO TALUDE

Para os objetivos do artigo, como foi verificado em trabalhos de campo que o modo de ruptura principal do muro foi o tombamento, a análise determinística foi feita apenas para o tombamento em conformidade com a NBR 11682 (ABNT, 2009). Apresenta-se na Figura 4 desenho esquemático do muro de arrimo estudado.

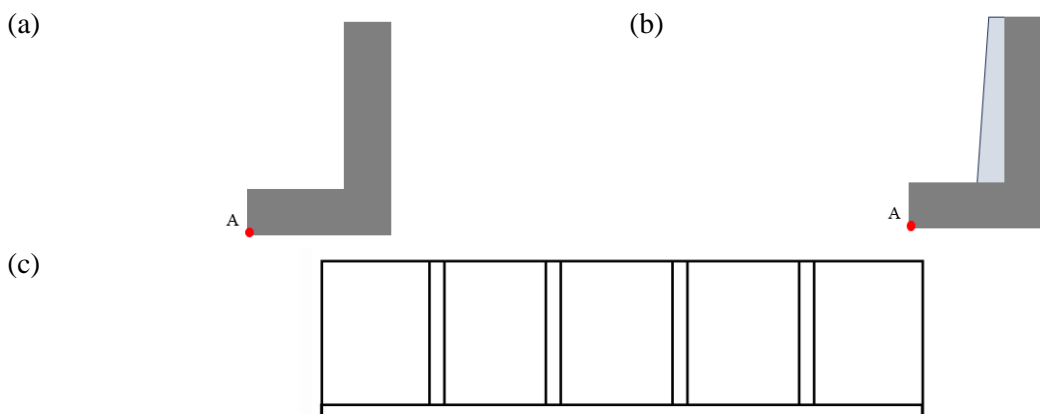


Figura 4. Representação esquemática "sem escala" do muro de arrimo analisado: (a) SEÇÃO A - Sem contraforte; (b) SEÇÃO B - Com contraforte; (c) vista frontal típica do muro de arrimo que tombou.

A NBR 11682 (ABNT, 2009) apresenta os requisitos mínimos para o estudo, projeto, execução e controle de estabilidade de taludes naturais ou resultantes de aterros e cortes, inclusive avaliação da necessidade de implantação de medidas emergenciais. Conforme item 7.3.7 da referida norma, para situações onde permite-se a descon sideração da deformação do terreno, admite-se que o maciço geotécnico tenha um comportamento rígido plástico na ocasião da ruptura geotécnica, o problema de estabilidade pode ser resolvido por equilíbrio limite. Analiticamente, tem-se:

$$FS = \frac{M_{Resistente}}{M_{Solicitante}} \quad (1)$$

Para a equação (1), FS é o Fator de Segurança, M_R é o Momento Resistente e M_S é o Momento Solicitante. De acordo com a NBR 11682 (ABNT, 2009) o FS varia de 1,2 a 1,5 função do nível de segurança contra danos a vidas humanas e nível de segurança contra danos materiais e ambientais. No caso da análise de estabilidade geotécnica de muros de arrimo convencionais à flexão os requisitos para verificação da segurança à estabilidade das estruturas de contenção são: (a) Tombamento ($FS_{min}=2,0$); (b) Deslizamento na base ($FS_{min}=1,5$); (c) Capacidade de carga da fundação ($FS_{min}=3,0$).

Apresenta-se na Tabela 1 um resumo da análise geotécnica feita para obtenção dos parâmetros de resistencia do terreno estudado. Foi feito uma análise iterativa até se obter um fator de segurança (FS) unitário. Nesta análise, inferiu-se o peso específico e coesão baseado em trabalhos publicados no entorno da área de estudo e o ângulo de atrito retroanalisado foi de 23,2°. A hipótese de que o terreno, na ocasião do sinistro, não dispunha de coesão verdadeira, tão pouco de intercepto coesivo, baseou-se nos trabalhos realizados nas proximidades da área de estudo, em particular Parizzi (2004), Guimarães (2011a) e Guimarães (2011b). Essa premissa corrobora com as pesquisas realizadas por Lacerda et al. (2014) que assume sucção igual a zero para solos saturados em função de períodos com intensidade, duração e frequência de chuvas significativos. Após inspeções de campo e análises das amostras coletadas no local, concluiu-se que o terreno estudado é formado por tálus friável derivado da fragmentação de filitos e quartzitos com coloração cinza a marrom escuro, com capacidade expressiva (significante) de retenção de umidade mesmo após períodos chuvosos.

Tabela 1. Parâmetros geotécnicos utilizados na retroanálise até se obter a convergência.

Análise	Peso Específico (kN/m ³)	Coesão (KN/cm ²)	Ângulo de Atrito (Graus)	Fator de Segurança (FS)
1	20	0	30,0	1,31
2	20	0	25,0	FS > 1
3	20	0	23,2	1,00
4	20	0	23,0	FS < 1
5	20	0	22,0	FS < 1
6	20	0	20,0	0,88
7	20	0	10,0	0,61

6 CONCLUSÃO

Ao realizar um projeto de uma estrutura de contenção, o engenheiro projetista deve estar atento a condição global do terreno para avaliar se é preciso fazer uma avaliação mais aprofundada do ponto de vista geológico. No caso deste estudo de caso, após entrevista com os moradores locais e avaliação da área de estudo e adjacências, identificou-se que o talude está em constante movimento lento, chamado de rastejamento. Trata-se de um tipo de movimento gravitacional de massa que tem influência importante na definição do sistema estrutural a ser adotado como elemento de contenção. Neste caso, barreiras flexíveis costumam ser mais assertivas e efetivas em comparação com soluções rígidas de concreto armado como muros de arrimo convencionais.

No caso do muro localizado no Bairro Mangabeiras caberia realizar a avaliação específica, devido ao fenômeno rastejo, preferencialmente, numericamente, utilizando-se o Método dos Elementos Finitos, permitindo-se assim fazer um estudo de tensão-deformação na área e estimando com maior acurácia o

comportamento do terreno. A verificação do tombamento se mostrou efetiva para estudos iniciais analíticos e possibilitou encontrar de maneira iterativa o ângulo de atrito do terreno na ocasião do sinistro, 23,2°.

De acordo com a NBR 11682 (ABNT, 2009) como maneira de instruir adequadamente o proprietário da obra quanto a necessidades de manutenções periódicas da estrutura de contenção com vistas a garantir o bom desempenho previsto em serviço, ao término da obra, o executor deve elaborar o “Manual do Usuário” a ser entregue ao proprietário do empreendimento. No manual, deve constar todas as providências em termos de manutenção da estrutura de contenção a serem seguidas, tanto o tipo de serviço a ser realizado quanto à sua periodicidade. De acordo com o item 10, “manutenção” da referida norma, as vistorias geológico-geotécnicas devem ter frequência mínima de 6 meses para verificação de trincas, deslocamentos, obstruções na drenagem, erosões e outros fatores pertinentes locais. Além disso, deve-se realizar limpeza periódica no sistema de drenagem, inclusive medição de vazão dos drenos. No anexo C da NBR 11682 é apresentado um modelo de laudo de vistoria. Se necessário, o monitoramento geológico-geotécnico do desempenho da obra de infraestrutura deve ser realizado com vistas a garantia da estabilidade do talude para uma vida útil mínima de 50 anos. Os tipos de controle usualmente utilizados são apresentados no item 11, “monitoramento” da NBR 11682 (ABNT, 2009).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET MG) na viabilização do presente artigo. Gostaríamos de agradecer também aos moradores Gisele Ribeiro e Marcos Soares pela disponibilização de material fotográfico do estudo de caso, bem como informações históricas sobre sinistros anteriores na região estudada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004). NBR 8681. *Ações e segurança nas estruturas - Procedimento*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2009). NBR 11682. *Estabilidade de encostas*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2023). NBR 6118. *Projeto de estruturas de concreto*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2024). NBR 15575-1. *Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais*. Rio de Janeiro.
- Augusto Filho, O. (1994). *Cartas de risco de escorregamentos: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Ilha Bela, SP*. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade de São Paulo (USP).
- Faria, S. D. et al. (2017). *Retroanálise de Contenção em Concreto Armado que Rompeu no Município de Sarzedo – MG*. XII Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas. COBRAE. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1ffezfmmLtAiczxYEuWFQl-vBnX_-qrl6>. Acesso em: 25 mar. 2024
- Grotzinger, J; Jordan, T.H. (2023), *Para entender a Terra - 8ª ed*. Bookman.
- Guimarães, R. N. (2011a) *Análise da variação da coesão aparente de talus de filito de Belo Horizonte*. Relatório de Iniciação Científica. Curso de Graduação em Geologia da UFMG. Belo Horizonte. Supervisão: Maria Giovana Parizzi.
- Guimarães, R. N. (2011b) *Análise do Potencial matricial de talus de filito*. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Geologia da UFMG. Belo Horizonte. Orientação: Maria Giovana Parizzi.
- Highland, L. M., Bobrowsky, P. (2008). *The Landslide Handbook - A Guide to Understanding Landslides*. Reston, Virginia, CO: U.S. Geological Survey (USGS) National Landslide Information Center (NLIC). <https://doi.org/10.3133/cir1325>. Disponível em: <https://www.gfdrr.org/sites/default/files/publication/Deslizamentos_M5DS.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2024.

- Hungr, O., Leroueil, S., Picarelli, L. (2014) *The Varnes classification of landslide types, an update*. Landslides 11, 167–194. <https://doi.org/10.1007/s10346-013-0436-y>. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10346-013-0436-y#citeas>>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- Jiang, J.C.; Yamagami, T. (2008) *A new back analysis of strength parameters from single slips*. Computers and Geotechnics, Elsevier, Vol. 35, p. 286-291. <https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2007.09.004>.
- Lacerda, W. A., Palmeira, E. M., Coelho Netto, A. L., Ehrlich, M. (2014) Extreme rainfall induced landslides - an international perspective. p. 136. Ed. Oficina de Textos. São Paulo.
- Menezes, L. O. et al. (2021) *Comunicação em Geociências na Gestão de Riscos e Desastres Ambientais*. A. do Inst. de Geociências, V. 44, 1-12. UFRJ. DOI: https://doi.org/10.11137/1982-3908_2021_44_37273.
- Nascimento, P.N.C. (2016) *Análise de um aterro experimental levado a ruptura situado em região de baixada de Macaé – RJ*. Dissertação de Mestrado, Univ. Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Goytacazes.
- Parizzi, M. G. (2004) *Condicionantes e mecanismos de ruptura em taludes da região metropolitana de Belo Horizonte, MG*. 211p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP. Ouro Preto.
- Parizzi, M. G. (2014) *Desastres naturais e induzidos e o risco urbano*. Geonomos, p. 1-9. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11705>>. Acesso em: 21 mar. 2024.
- Parizzi, M. G. (2021) *Riscos Geológicos e Hidrológicos no Município de Belo Horizonte, MG*. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (RBGEA). v.11. p. 145-161. Disponível em: <https://www.abge.org.br/downloads/3%20-%20RISCOS%20GEOLOGICOS%20E%20HIDROLOGICOS%20NO.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- Parizzi, M. G. (2022) *Panorama dos desastres climatológicos, hidrológicos, meteorológicos e geológicos durante o período de 2010 - 2019*. Derbyana, v. 43, p. 01-18. Disponível em: <<https://revistaig.emnuvens.com.br/derbyana/article/view/766>>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- Parizzi, M. G. et al. (2006) *A aplicação do GPR na análise de estabilidade de taludes*. Geotecnia (Lisboa), Portugal, v. 106, p. 23-53. Disponível em: <<https://impactum-journals.uc.pt/geotecnia/article/view/10780/7977>>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- Parizzi, M. G. et al. (2011) Processos de movimentos de massa em Belo Horizonte, MG. GEOGRAFIAS (UFMG), v. 7, n.1, p. 58-87, 2011. DOI: <https://doi.org/10.35699/2237-549X..13309>.
- Parizzi, M.G. et al. (2013) *Retroanálise de Escorregamento de Talude na Área de Risco do Taquaril, Belo Horizonte, MG*. Geonomos, p. 2-39. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11759>>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- Pinto, S. E. L. (2013) *Retroanálise de ruptura de estrutura de contenção em retângulos de Belo Horizonte/MG*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Geotecnia e Transportes. Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia (DETG). Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (EE UFMG). Belo Horizonte. 180p. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-9JGQMF>>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- Porto, T. B. (2024) *Mapeamento de Suscetibilidade à Deslizamentos nos Municípios de Belo Horizonte, Contagem, Nova Lima e Sabará*. Relatório Técnico de Atividades da Residência Pós-Doutoral. Programa de Pós-Graduação em Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (IGC UFMG). Supervisão: Maria Giovana Parizzi. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.
- Silva, D. F. S. et al. (2023) *Natural Disasters in the Metropolitan Region of Belo Horizonte: A Summary of Events Occurred in the Rainfall Period of 2019/2020*. Anuário do Instituto de Geociências, V. 46, 1-13. UFRJ. DOI: https://doi.org/10.11137/1982-3908_2023_46_48923. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/48923>>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- Varnes, D.J., (1978), *Slope movement types and processes*. In: Schuster R.L. and Krizek R.J. (eds). Landslides, Analysis and Control, Transportation Research Board, Special Report No. 176, National Academy of Sciences, 11-33, Washington, D.C. Disponível em: <<https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/sr/sr176/176.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2024.