De 24/06/2026 a 27/06/2026
São Paulo
https://doi.org/10.67775/hfjh5j39

Congresso Brasileiro de Patologia das Construções

ANÁLISE DE ESTABILIDADE DE MURO DE ARRIMO

Talles Teylor dos Santos Mello[1]*, Erika Hikari Tago[2]; Gusttavo Moreira de Araujo[3]

*Autor de contato: eng.tallesmello@gmail.com

[1] Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Unigran Capital, Campo Grande/MS, Brasil
[2] Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Unigran Capital, Campo Grande/MS, Brasil
[3] Departamento de Planejamento e Controle, Concrelaje, Campo Grande/MS, Brasil

RESUMO

Em Campo Grande (MS), após um intenso período chuvoso ocorrido nos primeiros meses de 2024, um muro de arrimo localizado em condomínio residencial horizontal colapsou em março e teve sua construção finalizada em julho do mesmo ano. Neste sentido, o presente trabalho objetivou investigar se a construção do novo muro de arrimo obteve êxito com base nos critérios estabelecidos pela norma 11682 sobre a estabilidade e resistência às cargas atuantes, por meio de pesquisa in loco, bibliográfica e desenvolvimento de modelo computacional. Para as analises de estabilidade ao escorregamento, tombamento e resistência, analisou-se cinco hipóteses: situação atual e acréscimos de 0,50 metros de aterro na face do muro de arrimo, devido ao terreno ser em declive e gradativamente elevar a carga atuante. Após análises, conclui-se que a armadura utilizada será insuficiente para o momento fletor atuante em todas as hipóteses, sendo necessário reforçá-lo pois haverá risco de novo colapso. A implementação dos reforços estruturais para estabilidade da estrutura foi indicada aos responsáveis. Entretanto, após novo período de chuvas, o muro de arrimo colapsou.
Palavras-chave: muro de arrimo; empuxo do solo; chuvas.

ABSTRACT

In Campo Grande (MS), after an intense rainy period in the first months of 2024, a retaining wall located in a horizontal residential condominium collapsed in March, and its construction was completed in July of the same year. In this context, this work aimed to investigate whether the construction of the new retaining wall was successful based on the criteria established by standard 11682 regarding stability and resistance to acting loads, through on-site research, bibliographic research, and the development of a computational model. For the analyses of stability against sliding, overturning, and resistance, five hypotheses were analyzed: the current situation and additions of 0.50 meters of fill on the face of the retaining wall, due to the sloping terrain and the gradually increasing acting load. After analysis, it was concluded that the reinforcement used will be insufficient for the acting bending moment in all hypotheses, making it necessary to reinforce it because there will be a risk of further

collapse. The implementation of structural reinforcements for the stability of the structure was recommended to those responsible. However, after another period of rain, the retaining wall collapsed.
Keywords: retaining wall; soil thrust; rainfall.

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Muros de arrimo são obras necessárias para que solos retidos não assumam seu declive natural, ou seja, conforme Ribeiro e Augusto (2023) descrevem, eles são utilizados quando há necessidade de conter encostas e/ou aterros. Portanto, a topografia local deve ser estudada previamente, proporcionando conhecimentos para um planejamento de uma obra segura, sendo calculado e executado para impedir deslizamentos que possam gerar desastres futuros.

Um outro ponto importante a ser levado em consideração é a falta de espaço em imóveis residenciais urbanos, não havendo espaço físico para implantação de estruturas que utilizem um elevado peso próprio como contenção, sem necessidade de grande consumo de concreto armado, como é o caso dos muros de gravidade. Por esse motivo, de uma maneira geral, se faz necessário o uso de muros de arrimo com utilização de concreto armado para resistir aos esforços solicitantes, em especial o empuxo de terra. Conforme Caputo e Caputo (2022), entende-se por empuxo de terra a ação produzidas pelo maciço terroso sobre as obras com ele em contato.

Por fim, vale lembrar que um fator indispensável a ser levado em conta nos projetos de muro de arrimo é a água decorrente das chuvas, bem como um projeto de escoamento e drenagem. A água decorrente das chuvas, eleva a carga a ser resistida pelo muro de arrimo e conforme descrevem Silva e Costa (2016) “o colapso de um muro de arrimo comumente está associado à falta de drenagem da água do maciço, gerando pressões hidrostáticas para os quais ele não foi dimensionado”.

Comumente no Brasil, ao se iniciar o período de chuvas, surgem notícias de sinistros provocados por falhas construtivas em muros de arrimos. Devido às impreteríveis falhas involuntárias e imperícias, pode-se observar que várias estruturas demonstram desempenho insatisfatório (Cavalcanti; Oliveira; Ribeiro, 2021).

Vale ressaltar que o artigo 1.311 do código civil descreve que “não é permitida a execução de obras ou serviços em um imóvel que possam comprometer a segurança do prédio vizinho, sem que antes sejam realizadas obras acautelatórias”.

Este artigo apresenta um estudo de caso sobre a construção de um novo muro de arrimo após o colapso de um muro de arrimo antigo, no município de Campo Grande/MS, por meio de uma análise normativa de verificação de estabilidade tanto ao tombamento quanto ao escorregamento, assim como a resistência as cargas atuantes, que permitiu avaliar se o novo muro de arrimo atendia aos parâmetros desejados.

2. MATERIAIS E MÉTODO

A metodologia adotada para a condução deste estudo possui uma abordagem quantitativa e descritiva, fundamentada nas normas vigentes e nos dados obtidos após visita in loco.

Na primeira etapa, realizou-se o levantamento de subsídios através de visitas in loco, utilizando instrumentos como câmera fotográfica e trena de aço, para uma inspeção inicial. Além disso, conduziu-se uma revisão bibliográfica. Em conjunto com essa revisão, empregou-se a técnica não destrutiva de inspeção visual, com coleta de dados e fotografias nos locais mencionados, realizada em outubro de 2024.

Na segunda etapa, após a coleta de todas as informações necessárias, procedeu-se à análise desses dados, confrontando com a norma 11682 (2009).

Na terceira etapa, ocorreu a simulação de hipóteses de aumento progressivo de carga decorrente das chuvas.
Por fim, na quarta etapa, ocorreu as sugestões de reparo, envolvendo avaliações de resultados e a formulação de recomendações de tratamento para solucionar os problemas patológicos para as manifestações.

2.1 Método

Esta seção descreve a metodologia utilizada na investigação em campo, com o objetivo de fornecer parâmetros de resistência para o dimensionamento do muro de arrimo.
Nos cálculos será considerado o empuxo ativo, conforme método de Rankine, solo não coesivo, onde a massa de solo adjacente se desloca e passa do estado de repouso para o estado ativo. Desse modo, se um muro de arrimo pode suportar o empuxo ativo do solo, ele não entra em colapso.
Foi necessária uma simplificação da classificação do solo, por meio de analise táctil visual em campo, resultando em uma classificação como silte argiloso.
O NSPT foi considerado como 4, em razão do estado do solo em contato com a face interna do muro de arrimo estar solto por conta da recente construção, além da equação de Mello (1975) limitar sua equação a partir deste valor. Com os dados do tipo de solo e valor do NSPT, obteve-se o peso especifico do aterro, em 15 kN/m³.
O peso especifico dos materiais conforme NBR 6120 (2019), foram considerados o concreto com 25 kN/m³ e o tijolo cerâmico com 13 kN/m³.
O fator de segurança para as análises de estabilidade do presente estudo foi escolhido conforme o preconizado na norma ABNT NBR 11682 (2009) em função dos níveis de segurança contra perda de vidas humanas, ela define no item 7.3.3.2 os critérios de dimensionamento e regulamenta no item 7.3.7.2, as verificações de segurança para muros de arrimo. Nos casos de estabilidade de muros de arrimo, devem ser atendidos os fatores da Tabela 1.

Tabela 1 – Coeficientes para as verificações de estabilidade conforme NBR 11682 (2009)

Verificação da segurança	Tombamento ($FS_{,\ tombamento}$)	Deslizamento na base ($FS_{,\ escorregamento}$)	Capacidade de carga da fundação
Fator de segurança mínimo	2,0	1,5	3,0

Fonte: Adaptado pelos autores da NBR 11682 (2009).

Durante a visita in loco, o solo estava com altura de aproximadamente 2,0 metros. Entretanto, por conta de o terreno vizinho estar em declive, foi considerado que o muro de arrimo gradativamente seria acrescido de carga conforme os períodos chuvosos ocorressem, acumulando aterro junto ao muro de arrimo, aumentando a altura atuante e consequentemente, a carga aplicada no muro de arrimo. Portanto, além do estado do muro de arrimo após a construção, calculou-se hipóteses de carga de aterro nas condições de 2,50 m, 3,00 m, 3,50 m e 4,00 m. Os fatores de segurança foram calculados conforme as Equações 1 e 2 e comparados com os da Tabela 1 acima.

$$F_{s,\,escorregamento} = \frac{\sum F_{Resistente}}{\sum F_{Solicitante}} \quad (1)$$

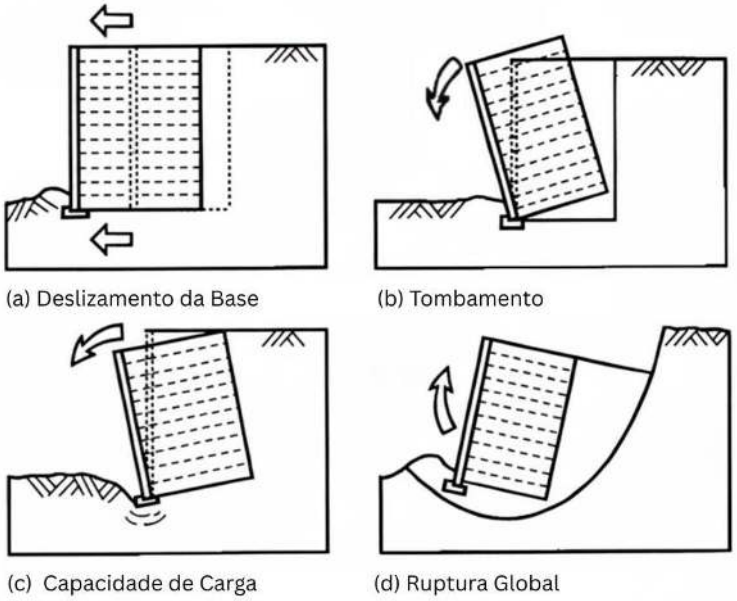
Onde:
$F_{s,\,escorregamento}$ = é o valor do fator de segurança ao escorregamento;
$\sum F_{Resistente}$ = é o somatório dos esforços resistentes;
$\sum F_{Solicitante}$ = é o somatório dos esforços solicitantes, que tendem a causar o deslizamento;

$$F_{s,\,tombamento} = \frac{\sum M_R}{\sum M_A} \quad (2)$$

Onde:
$F_{s,\,tombamento}$ = é o valor do fator de segurança ao tombamento;
M_R = é o valor do momento resistente;
M_A = é o valor do momento atuante;

A Figura 1 ilustra o comportamento dos coeficientes de estabilidade da norma em situações praticas:

Figura 1 – Verificações de estabilidade conforme NBR 11682 (2009).



Legenda: (a) deslizamento: estabilidade na base do muro de arrimo (b) tombamento: resistência do muro de arrimo a girar. (c) capacidade de carga: resistência do solo sob a fundação (d) estabilidade global: verificação de ruptura de toda a encosta, incluindo o muro.

Fonte: os autores.

Segundo a NBR 6122 (2022), a tensão admissível deve ser fixada a partir da utilização e interpretação de um ou mais dos procedimentos abaixo: (a) prova de carga sobre placa; (b) métodos teóricos; (c) métodos semiempíricos. No presente trabalho, foi utilizado a Equação 3 de Mello (1975), pois a correlação não faz distinção entre o tipo de solo ao ser utilizado, apenas com restrições ao NSPT, não devendo ser adotado valores de NSPT inferiores a 4 ou superiores a 16, em Mpa:

$$\sigma_{adm} = 0{,}1\,.\,(\sqrt{NSPT} - 1) \tag{3}$$

Onde:
σ_{adm} = tensão admissível;
NSPT = indice de resistência à penetração;

Com os dados do NSPT, obteve-se uma tensão admissível de 100 KPa.
O ângulo de atrito utilizado foi a Equação 4, do método de Godoy:

$$\phi = 28º + 0{,}4\,.\,N_{SPT} \tag{4}$$

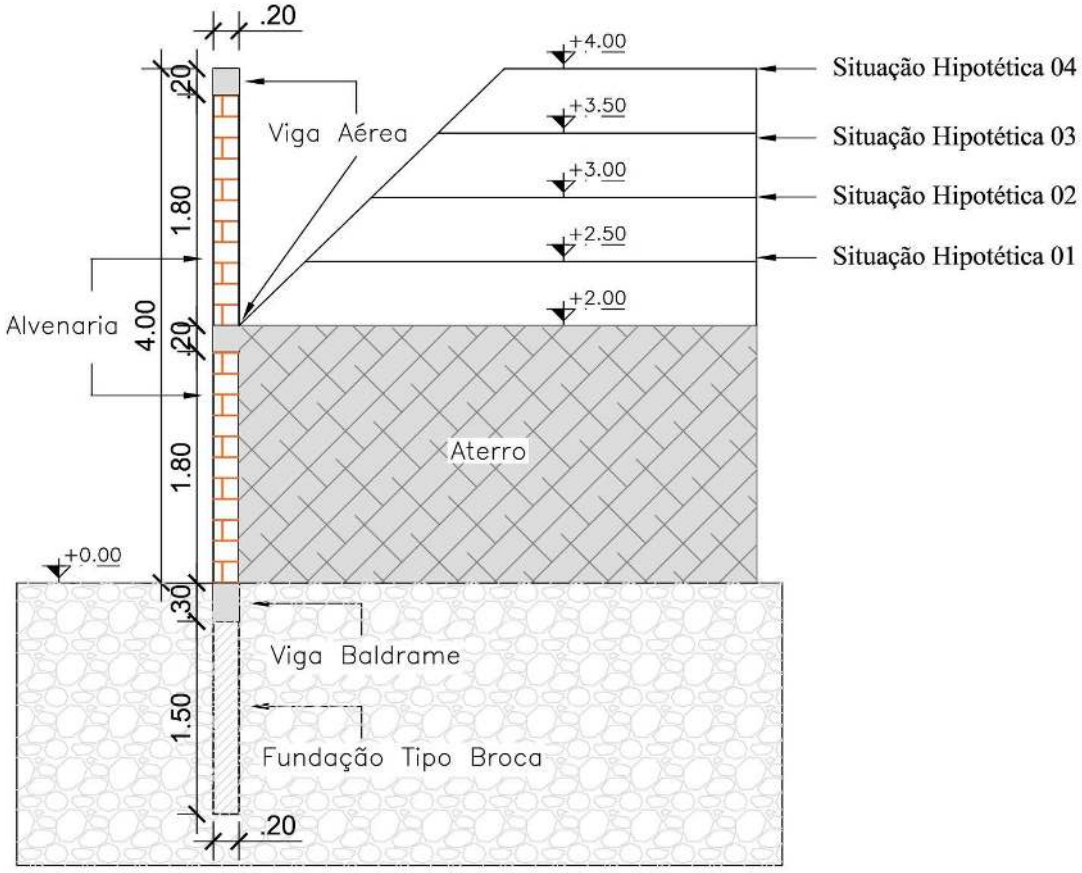
Onde:
ϕ = ângulo de atrito;
NSPT = índice de resistência à penetração;

Com os dados do tipo de solo e valor do NSPT, obteve-se o ângulo de atrito em 29,60º.

2.1.1 Dados obtidos na visita técnica

Os dados geométricos do muro de arrimo foram obtidos com base em medições em campo.
A geometria do muro de arrimo possui comprimento de 20,0 metros, com altura de 4,0 metros e espessura de 0,20 metros. O muro de arrimo possui estrutura de concreto armado, com fechamento em alvenaria de tijolos 8 furos, pilares e vigas espaçados a cada 2,0 metros e com seção transversal de 20x20 cm e 4 barras de 10 mm de diâmetro (As=3,14 cm²), ambos.
A alvenaria de fechamento foi executada com o tijolo deitado (assentada como uma vez)
Sobre a fundação, ela foi executada do tipo broca escavada com diâmetro de 30 centímetros e profundidade de 1,50 metro.
A Figura 2 ilustra o muro de arrimo e as situações hipotéticas:

Figura 2 – Croqui com situação real e hipóteses



Fonte: os autores, 2026.

2.1.2 Local e cronologia dos acontecimentos

O local estudado no presente trabalho se encontra no município de Campo Grande/MS, em condomínio residencial de casas térreas de médio padrão, com 40 unidades. Conforme relatos, o muro de arrimo antigo possuía mais de 10 anos construído. Porém, após forte período de chuvas, não suportou a elevação de carga e teve sua ruptura ocorrida em abril de 2024.
Após o fato ocorrido, houve uma assembleia de emergência e foi aprovado a construção do trecho colapsado de maneira urgente, sendo finalizado em julho de 2024.

Após a construção do novo muro de arrimo, foi realizada visita técnica e levantamento de medidas em novembro de 2024, para analise de atendimento dos parâmetros indicados pelas normas vigentes. A Figura 3 apresenta a sequência dos acontecimentos:

Figura 3 – Evolução dos acontecimentos



Legenda: (1): condição inicial do muro de arrimo; (2-3): registro do primeiro colapso estrutural; (4-6): processo de reconstrução com técnicas de reparo e reforço; (7): muro de arrimo construído após a intervenção; (8) evidências de nova instabilidade estrutural à beira de ruptura; (9): segundo colapso de muro de arrimo no local.

Fonte: os autores, 2025.

2.1.3 Limitações do estudo

Este estudo procurou investigar as condições em que o muro de arrimo se encontra na ausência de sondagem geotécnica a percussão SPT, caracterização do solo ou granulometria. Consequentemente, não é possível estender os resultados obtidos para nenhuma outra situação, pois foi necessário adotar simplificações nos dados a respeito do solo, como: tipo, peso específico, NSPT, entre outros. Portanto, é necesario investigação geotécnica atendendo a NBR 6484 (2020).

Nas hipoteses, o empuxo ativo foi calculado apenas com o aumento na espessura da camada de solo, sem aumento do valor do peso específico em situações de umidade ou saturação, ou seja, simples acrescimo de carga consequente ao deslocamento de terra durante as chuvas.

2.2 Materiais

O levantamento de dados, as características físicas e aferição de medidas da estrutura com posterior registro fotográfico das patologias existentes foram realizados com tais materiais:

- Trena eletrônica à laser Bosch GLM 40;
- Trena 5m;
- Prancheta para folha formato A4;
- Folha formato A4 para croqui da estrutura;
- Aparelho celular para registro fotográfico.

3. RESULTADOS

Foi realizado dimensionamento em cinco situações, sendo obtido para as condições de estabilidade, a seção transversal de aço (As) e as tensões atuantes no solo da fundação, os seguintes valores conforme a Tabela 2:

Tabela 2 – Verificações de estabilidade conforme NBR 11682 (2009)

Dados	Situação Atual	Hipótese 01	Hipótese 02	Hipótese 03	Hipótese 04
h_{aterro} (m)	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
FS, escorregamento	1,91	1,22*	0,85*	0,62*	0,48*
FS, tombamento	4,31	2,21	1,28*	0,8*	0,54*
AS (cm²/m)	2,76	5,46	9,57	15,7	24,46
σ_{maxima} (kPa)	92,65	131,39	189,19	269,85	377,19
σ_{minima} (kPa)	59,35	20,61	-37,19	-117,85	-225,19

Legenda: (*): situação inconforme com a NBR 11682; (h_{aterro}):altura do aterro; ($FS_{, escorregamento}$): fator de segurança ao escorregamento; ($FS_{, tombamento}$): fator de segurança ao tombamento; (As): área de aço do pilar; (σ_{maxima}): tensão máxima aplicada pelo muro de arrimo; (σ_{minima}): tensão mínima aplicada pelo muro de arrimo;

Fonte: os autores, 2025.

Conforme Tabela 2 acima, a atual situação do muro de arrimo encontra-se dentro dos parâmetros desejados, como os fatores de segurança, tensão na fundação e armadura de aço dos pilares. Recorda-se que o fator de segurança ao tombamento é 2,0, o fator de segurança ao escorregamento é 1,5, a tensão admissível do terreno é 100 kPa e os pilares foram executados com 3,14 cm² de armadura, sendo 4 barras de 10 mm.

Entretanto, já na hipótese 01, com acréscimo de 50 centímetros de solo a situação atual, ele não atenderá ao fator de segurança ao escorregamento, a armadura necessária resultaria em 7 barras de 10 mm e o solo da fundação teria sua tensão admissível superada, resultando em recalques excessivos (afundamento), ruptura do solo ou falha estrutural catastrófica.

Da hipótese 02 em diante, com acréscimo de 100 centímetros de solo a situação atual ou mais, o muro de arrimo não atenderia a nenhum parâmetro desejado, inclusive ao fator de segurança ao tombamento e a tensão do solo, que precisaria de revisão na tensão máxima pelo fato do solo não resistir a tração (tensão mínima com valor negativo), o que acarretaria em um aumento.

3.1 Planilha

A utilização de software trouxe para a engenharia celeridades nos cálculos e assertividade nos valores calculados. Baseado nessa realidade, foi utilizado o Microsoft Excel com o intuito de desenvolver uma planilha de verificações dos Muros de Arrimo. A Figura 4 apresenta o link e QR Code para acessar a planilha desenvolvida neste trabalho. Recomenda-se que seja feito o download da planilha para um melhor aproveitamento de toda as funções disponibilizadas pela ferramenta.

Figura 4 – QRCode e link para acesso à planilha

https://drive.google.com/drive/folders/1S-mW7xCOi1TZAEQX-xSvbOqs-QL23KsR?usp=sharing

Fonte: os autores, 2025.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Conforme já citado anteriormente, para a verificação de um muro de arrimo, seja qual for a sua seção, devem ser investigadas as condições de estabilidade: escorregamento, tombamento e capacidade de carga da fundação (Gonçalves Júnior, 2025). A avaliação dessas quatro condições é essencial para garantir a segurança da estrutura e a durabilidade do muro de arrimo, evitando falhas que podem resultar em prejuízos financeiros, riscos à vida humana e impactos no entorno da obra. Caputo e Caputo (2022) alertam que “o assunto é um dos mais complexos em solos, pois até hoje nenhuma teoria geral pôde ser elaborada, todas as teorias propostas admitem hipóteses simplificadoras, apesar dos esforços de inúmeros pesquisadores e notáveis matemáticos e físicos”. Embora após os cálculos da situação atual indiquem conformidade com a norma, foi possível constatar que em todas as hipóteses levantadas o muro de arrimo poderá colapsar. Vale ressaltar que as hipóteses levantadas tendem a ocorrer gradativamente, especialmente as hipóteses 01 e 02, dada as condições em declive do terreno vizinho.

O fator de segurança ao escorregamento não está conforme em nenhuma das hipóteses e o fator de segurança ao tombamento só estaria conforme na hipótese 01. Isso se dá devido a grande carga aplicada de empuxo e a pouca espessura do muro de arrimo. Como solução ao problema, podemos utilizar o pré dimensionamento de Marchetti (2007) para redimensionar as medidas do muro de arrimo, onde a base teria de largura no mínimo 10% da altura, assim como a espessura da base teria 10% da altura e o muro teria formato em L, com a parte horizontal voltada para o condomínio, também com 10% da altura e com no mínimo de 30 cm de solo posteriormente sobre ele. Uma outra alternativa estrutural de Marchetti (2007), seria o emprego de contrafortes de concreto armado (mão francesa), com 15 a 20 cm de espessura, espaçados entre 40% a 60% da altura, voltada para o condomínio, o que reduziria parte da área útil do quintal do imóvel em estudo.

Silva (2025) analisou o fator de segurança contra o tombamento no verão e no inverno, sendo o fator no inverno 17,6% do fator no verão. Já a respeito do escorregamento, o fator no inverno foi de 15,9% do fator no verão. A queda nos fatores de segurança em cenários úmidos está diretamente relacionada à diminuição da coesão do solo com o aumento da umidade, o que pode provocar deslizamentos de terra.

Em relação a armadura de aço necessária (As), uma alternativa seria a redução do espaçamento dos pilares do muro de arrimo para diminuição do momento fletor, passando dos atuais 2,0 metros para 1,0 metro. Embora a NBR 6118 (2026) não especifique o espaçamento dos pilares para muros de arrimo de baixa altura, essa alternativa reduziria metade da carga atuante.

Sobre a tensão do solo de fundação, não está conforme em nenhuma das hipóteses, pois há um acumulo de tensão devido a base possuir apenas 20 centímetros. Como solução ao problema, podemos utilizar a mesma solução dos fatores de segurança, utilizando o pré dimensionamento de Marchetti (2007) para redimensionar as medidas do muro de arrimo, aumentando-as.

A respeito da drenagem do muro de arrimo, Caputo e Caputo (2022) citam sobre a importância "a fim de evitar o acúmulo das águas pluviais infiltradas no lado do maciço de solo, é de boa técnica prever um sistema de drenagem dessas águas." Diversos autores descrevem as consequências sobre a falta de sistema de drenagem, como Herrero (2024) cita que a drenagem se faz necessária para assegurar que o muro permaneça seguro e firme. Silva e Costa (2016) relatam que o mau desempenho da drenagem pode aumentar cerca de 87% o empuxo total do muro de arrimo.

Sobre os acidentes com muro de arrimo, os autores Silva e Costa (2016) pesquisaram que na década de 80 já havia preocupação com estruturas de arrimo, onde a organização Francesa Bureau Securitas publicou em 1971, uma estatística de acidentes de estruturas de arrimo, demonstrando que cerca de 33% dos sinistros com muro de arrimo eram decorrentes da deficiência do sistema de drenagem da obra de contenção. Na mesma linha Genário *et al*. (2020, apud Ribeiro e Augusto, 2023), citam que grande parte dos acidentes envolvendo muros de arrimo está relacionada ao acúmulo de água no maciço, pois, conforme Ishimoto (2023 apud Herrero, 2024) descreve, pode causar diversos danos, como rachaduras e até mesmo o colapso da estrutura. Andrades-Filho *et al* (2025) pesquisaram sobre o pior desastre socioambiental da história do Rio Grande do Sul, destacando como desmatamento e ocupação urbana os principais fatores contribuintes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na condição atual, a verificação da estabilidade do muro de arrimo atende aos fatores de segurança e tensão no solo. Entretanto, conforme as hipóteses descritas, ele não atenderá nenhuma das hipóteses calculadas conforme ocorrer o aumento gradativo da espessura do solo em contato com o muro de arrimo.

A implementação dos reforços estruturais e a construção de um sistema de drenagem para o muro são propostas que garantirão a integridade, segurança e estabilidade da estrutura.

Infelizmente ao final do presente estudo, em novo período de chuvas, o muro de arrimo colapsou.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118:2026. **Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, agosto de 2014.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120:2019. **Ações para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro, setembro de 2019.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122:2022. **Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, setembro de 2019.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8681:2025. **Ações e segurança nas estruturas – Procedimento**. Rio de Janeiro, março de 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11682:2009. **Estabilidade de encostas**. Rio de Janeiro, setembro de 2009.

ALVES, Pedro Jorge; LIMA, Ricardo Carvalho de Andrade; EMANUEL, Lucas. Natural disasters and establishment performance: evidence from the 2011 rio de janeiro landslides. Regional Science And Urban Economics, [S.L.], v. 95, p. 103761, jul. 2022. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2021.103761.

ANDRADES-FILHO, *et al*. **The biggest landslide event in Brazil: preliminary analysis of the rio grande do sul mega disaster in may 2024.** Landslides, [S.L.], v. 22, n. 11, p. 3615-3624, 28 ago. 2025. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s10346-025-02587-8.

BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. **Institui o Código Civil**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 jan. 2002.

CAPUTO, Homero P.; CAPUTO, Armando N. **Mecânica dos Solos: Obras de Terra e Fundações.** 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2022. E-book. pág.144. ISBN 9788521638018. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521638018/. Acesso em: 04 fev. 2026.

CAVALCANTI, Tallitta Mabelly Dantas; OLIVEIRA, Julio Cesar Almeida Nascimento; RIBEIRO, Maria Izabel de Paula. **Estabilização de taludes Através da Utilização de Muros de Arrimo**. Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 45-62, jan. 2021.

GONÇALVES JÚNIOR, Marcelo Mário. **Analise geométrica e dimensionamento de muros de arrimo por flexão em concreto armado**. 2025. 83 f. TCC (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2025.

HERRERO, G. A.; DUQUE, J. H. R.; BRITO, L. M. dos S.; JULIO, V. F. de C. F.; ANDRADE, L. B. **Muro de arrimo e drenagem: uma abordagem prática em engenharia civil.** REVISTA DELOS, [S. l.], v. 17, n. 61, p. e2566, 2024. DOI: 10.55905/rdelosv17.n61-038. Disponível em: https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/2566. Acesso em: 21 abr. 2026.

MARCHETTI, Osvaldemar. **Muros de Arrimo**. São Paulo: Blucher, 2007. 141 p.

RIBEIRO, Kátia Daniela; AUGUSTO, Carlos Henrique José. **Investigação patológica e análise de estabilidade de um muro de arrimo em concreto armado**. Revista de Engenharia Civil Imed, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 56, 30 jun. 2023. Complexo de Ensino Superior Meridional S.A.. http://dx.doi.org/10.18256/2358-6508.2022.v9i1.4391

SILVA, Leilane de Almeida; COSTA, Antônio Carlos. **A influência da eficiência do sistema de drenagem na análise de estabilidade do Muro de Arrimo**. Mostra Poli/Upe, Recife, v. 2, n. 1, p. 100-110, 08 dez. 2016. Anual.

SILVA, Leilane de Almeida. **Comparação do muro de arrimo drenando e não drenado a importância do sistema de drenagem nos solos de Recife/PE**. Revista Ft, [S.L.], v. 29, n. 147, p. 05-06, 2 jun. 2025. Revista ft Ltda. http://dx.doi.org/10.69849/revistaft/cl10202506021805. Disponível em: https://revistaft.com.br/comparacao-do-muro-de-arrimo-drenado-e-nao-drenado-a-importancia-do-sistema-de-drenagem-nos-solos-de-recife-pe/. Acesso em: 21 abr. 2026.