XXII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica
XI Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens
24 a 28 de agosto de 2026 – Brasília/DF

DOI: 10.47094/COBRAMSEG2026.4/65

Estabilidade e Eficiência de Gabiões Vibrados em Obras Emergenciais

Vinícius Sutic Freitas 1
Mestrando em Engenharia Civil, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, Brasil, viniciussuticfreitas@gmail.com

Pâmella Santos Piva 2
Mestranda em Geotecnia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto-MG, Brasil, pamellapiva6@gmail.com

Denise de Carvalho Urashima 3
Professora Doutora, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Varginha-MG, Brasil, urashima@cefetmg.br

Mag Geisielly Alves Guimarães 4
Professora Doutora, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Varginha-MG, Brasil, mag@cefetmg.br

Gelmo Chiari Costa 5
Mestre e Engenheiro Civil, Belo Horizonte-MG, Brasil, gelmocc@gmail.com

RESUMO: Situações de emergência geotécnica podem gerar prejuízos econômicos e sociais significativos quando não tratadas de forma rápida e adequada. Nesse contexto, os gabiões, estruturas de contenção de gravidade, destacam-se como alternativa eficiente para intervenções emergenciais, especialmente pela agilidade construtiva. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de muros de gabiões pré-fabricados com enchimento vibrado, a partir da aplicação de parâmetros experimentais em um estudo de caso, em comparação com soluções tradicionais baseadas em dados consolidados da literatura técnica. Foram confeccionados modelos reduzidos de gabiões, submetidos à vibração do material de enchimento, sendo determinadas propriedades como peso específico e porosidade. A partir desses dados, realizou-se a modelagem de estruturas em um *software*, obtendo-se os fatores de segurança das análises de estabilidade global e interna. Os resultados indicaram que os gabiões com enchimento vibrado apresentaram melhor desempenho quanto às tensões na base e nas camadas, evidenciando maior eficiência na estabilidade interna. Contudo, verificou-se redução nos fatores de segurança associados à estabilidade global, ao deslizamento e ao tombamento. Assim, a técnica mostra-se promissora para obras emergenciais, desde que acompanhada de critérios de projeto adequados, apesar do aumento nos custos construtivos.

PALAVRAS-CHAVE: Gabiões; obras geotécnicas emergenciais; estruturas pré-fabricadas; vibração.

ABSTRACT: Geotechnical emergency situations can lead to significant economic and social losses if not promptly and properly addressed. In this context, gabions, which are gravity retaining structures, stand out as an efficient alternative for emergency interventions, mainly due to their rapid construction. This study aimed to evaluate the performance of prefabricated gabion walls with vibrated filling, based on the application of experimental parameters in a case study, compared to conventional solutions supported by established data from the technical literature. Scaled models of gabions were constructed and subjected to vibration of the filling material, allowing the determination of properties such as unit weight and porosity. Based on these parameters, structural models were developed using a software, and safety factors for both global and internal stability analyses were obtained. The results indicated that gabions with vibrated filling presented improved performance regarding stresses at the base and within the layers, demonstrating higher internal stability efficiency. However, a reduction in safety factors related to global stability, sliding, and overturning was observed. Therefore, the technique proves to be promising for emergency works, provided that appropriate design criteria are adopted, despite the increase in construction costs.

KEYWORDS: Gabions; emergency geotechnical works; prefabricated structures; vibration.

1 INTRODUÇÃO

Obras geotécnicas emergenciais caracterizam-se pela necessidade de rápida implementação e adoção de soluções tecnicamente adequadas, com o objetivo de mitigar riscos iminentes de natureza econômica e social, nos quais a intervenção geotécnica se torna indispensável (Souza *et al*., 2018).

Nesse contexto, observa-se que diversos grupos sociais se encontram em situação de vulnerabilidade habitacional, especialmente em áreas ocupadas de forma irregular ou em locais suscetíveis a instabilidades geotécnicas. Tal condição é intensificada durante períodos chuvosos, quando há aumento significativo do risco de movimentos de massa. Conforme discutido por Lima *et al.* (2021), os principais fatores associados a essa vulnerabilidade são de natureza geológica, com destaque ao potencial de deslizamento de encostas, o que demanda intervenções rápidas e eficazes com vistas à preservação de vidas humanas e à redução de danos materiais.

Para além da necessidade social de desenvolvimento de técnicas construtivas de rápida aplicação, os impactos econômicos decorrentes da movimentação de maciços também são expressivos. Em muitos casos, esses eventos resultam em prejuízos de grande magnitude, especialmente quando ocorrem em áreas de infraestrutura viária. Nessas situações, os custos associados à recuperação das pistas de rolamento, somados às perdas logísticas decorrentes da interdição de trechos rodoviários, podem ser elevados, os quais impactam tanto a iniciativa privada quanto o poder público (Manfrin, 2023; Fernandes *et al.*, 2001; Silva; Rodrigues, 2025).

Deste modo, torna-se fundamental a busca por soluções construtivas que conciliem rapidez de execução, eficiência técnica e viabilidade econômica, especialmente em situações de emergência geotécnica. Sob tal cenário, os muros de gabiões, estruturas de contenção de gravidade constituídas por elementos modulares preenchidos com material granular, destacam-se como uma alternativa promissora para a estabilização de taludes e contenção de maciços em condições críticas.

Além das soluções convencionais, destaca-se a possibilidade de utilização de gabiões pré-fabricados, produzidos por meio de processos mecanizados que permitem a montagem prévia dos elementos estruturais. Essa abordagem pode contribuir para a redução do tempo de execução em campo, fator determinante em intervenções emergenciais, particularmente em áreas sujeitas a deslizamentos de encostas.

Embora a literatura técnica sobre essa abordagem ainda seja limitada, existem registros de patentes que abordam processos mecanizados de fabricação de gabiões com o uso de vibração. Dentre esses, destaca-se o trabalho de Piolanti (2007), no qual se propõe o emprego de mesa vibratória para a compactação do material de enchimento, o qual promove maior acomodação interna dos agregados e potencial melhoria no desempenho estrutural dessas contenções.

A utilização de vibração para a compactação do material de enchimento é recomendada por Belgo (2024), associada também ao emprego de materiais com menor granulometria, respeitado a compatibilidade a abertura das malhas, de modo a favorecer o arranjo interno das partículas e melhorar o desempenho estrutural dos gabiões.

O presente trabalho avaliou a aplicação de gabiões pré-fabricados com enchimento vibrado, a partir da extrapolação de parâmetros obtidos experimentalmente em modelos reduzidos. Esses parâmetros foram aplicados a um estudo de caso previamente desenvolvido por Nunes e Bretas (2017), que descreve um cenário de emergência geotécnica caracterizado pela interdição de um trecho da rodovia LMG- 874, km 6, no ano de 2017. Trata-se de uma situação em que intervenções mais onerosas podem ser justificadas em função da urgência e dos impactos associados. A partir dessa abordagem, realizou-se a comparação entre o desempenho da solução proposta e o de um muro de gabiões convencional, com base em análises de estabilidade e critérios de segurança.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO COMPARATIVO E ANÁLISE DE VIABILIDADE

Utilizou-se, como referência para este estudo, o trabalho desenvolvido por Nunes e Bretas (2017), no qual é descrito o cenário observado na rodovia LMG-874, km 6, que interliga os municípios de Matias Barbosa/MG e Juiz de Fora/MG. Às margens dessa rodovia ocorreu o abatimento de um talude, com a

interdição de uma das faixas de rolamento. Tal situação gerou prejuízos financeiros, além de comprometer a segurança de veículos e pedestres que transitavam pelo local, em função do risco de novos processos de instabilidade geotécnica.

Para a caracterização da área, foram realizados levantamento topográfico, batimetria e uma campanha de investigação geotécnica por meio de ensaios de sondagem SPT (Standard Penetration Test), com total de cinco furos. Esses dados possibilitaram a definição do perfil geológico-geotécnico do terreno, a identificação de uma camada superficial de aterro com espessura média de 3,0 m, sobreposta a duas camadas de silte argilo-arenoso e, por fim, uma camada de silte arenoso mais resistente, com índice NSPT em torno de 36 golpes (Nunes; Bretas, 2017).

No desenvolvimento dos estudos, os autores propuseram a execução de um muro de gabiões como solução para a estabilização do talude, associado à implantação de um novo aterro controlado no tardoz da estrutura de contenção. Para esse aterro, foram adotados os seguintes parâmetros geotécnicos: coesão de 8 kPa, ângulo de atrito interno de 25° e peso específico de 20 kN/m³.

Cabe destacar que, embora os gabiões constituídos por painéis soldados não sejam recomendados para ambientes com presença significativa de água, devido à sua maior suscetibilidade à corrosão, o caso descrito por Nunes e Bretas (2017) foi utilizado neste estudo com o objetivo de exemplificar a aplicação de gabiões pré-fabricados obtidos por vibração.

3 METODOLOGIA

3.1 Obtenção das Propriedades dos Gabiões Pré-Fabricados

Para a determinação das propriedades intrínsecas dos gabiões pré-fabricados com enchimento vibrado, foram confeccionados três modelos reduzidos de geometria cúbica, com arestas de dimensões aproximadas de 30 cm. Os modelos foram constituídos por painéis de malha soldada com abertura de (5 × 10) cm, emprego de arames com diâmetro de 4,0 mm, conectados por espirais de 4,5 mm de diâmetro.

Com o objetivo de evitar o derramamento do material de enchimento, foi utilizada uma segunda malha soldada, sem função estrutural, composta por arames de 2,0 mm de diâmetro e abertura de malha de (2,5 × 2,5) mm. Adicionalmente, foi empregado um geotêxtil não tecido no fundo das gaiolas, conforme ilustrado na Figura 1.



Figura 1. Modelo reduzido de gabião.

Os modelos reduzidos foram preenchidos com agregado natural de gnaisse, com faixa granulométrica nominal de 19,0 a 25,0 mm e massa específica de 2870 kg/m³, de modo a garantir a proporcionalidade entre a granulometria do material de enchimento e as dimensões do cesto metálico. A escolha da rocha britada de gnaisse visou assegurar o uso de um material resistente e de elevada dureza, características essenciais para o desempenho estrutural de gabiões. Os modelos foram, então, submetidos a processo de vibração por meio de uma mesa vibratória, operando a uma frequência de 60 Hz. O preenchimento foi realizado em três camadas de igual espessura, sendo cada uma delas submetida a ciclos de vibração com duração de 5 minutos, conforme ilustrado na Figura 2.

Em seguida aferiu-se as massas e as dimensões dos exemplares confeccionados e calculou-se o peso específico do gabião, pelo volume de material ocupado em cada gaiola e a porosidade, conforme orienta Santos Junior (2018), para posterior extrapolação dos resultados para o estudo de caso.

As propriedades de peso específico e porosidade dos gabiões convencionais foram obtidas com base na literatura técnica, em especial o trabalho desenvolvido por Cruz (2025).



Figura 2. Vibração da primeira camada de agregado do modelo reduzido de gabião.

3.2 Estudo Comparativo

Realizou-se a modelagem computacional em um *software* de livre acesso, a partir de dois cenários: uma estrutura de contenção em gabiões com enchimento manual e outra com propriedades determinadas e extrapoladas neste estudo para enchimento mecanizado. Ambas as situações foram representadas de forma simplificada, ou seja, não contemplou todas as camadas de solo existentes no local. A análise concentrou-se na modelagem do muro, do solo de fundação e do aterro no tardoz, uma vez que o objetivo principal foi comparar o desempenho entre uma contenção de gabiões convencional e outra com enchimento mecanizado.

O estado limite de serviço (ELS) avaliado pelo *software*, relacionado à estabilidade interna da estrutura, baseia-se, sobretudo, nas premissas apresentadas por Santos Junior (2018). Esse estado está diretamente associado ao desempenho da estrutura ao longo de sua vida útil, o qual considera aspectos como degradação ambiental, envelhecimento das malhas hexagonais de dupla torção, esforços de puncionamento, abaulamentos e deformações que podem comprometer o funcionamento adequado da contenção.

Entre os parâmetros adotados no *software*, destaca-se o fator de redução global aplicado às análises no estado limite de serviço, que considera as variações nas propriedades da malha e do material de enchimento. Para este trabalho, adotaram-se os coeficientes de redução sugeridos pelo próprio *software*, usualmente empregados na prática: 1,25 para a variabilidade das propriedades do material de enchimento e 1,15 para as propriedades mecânicas da malha e, deste modo, um fator de redução global de 1,44.

As características dos muros de gabiões foram definidas a partir dos resultados obtidos nesta pesquisa, especialmente quanto à porosidade e ao peso específico dos gabiões com material vibrado, bem como a partir de dados consolidados na literatura técnica para gabiões de enchimento manual. Adicionalmente, considerou-se uma redução de 5% no atrito de interface solo-muro, devido à presença de geotêxtil não tecido no tardoz, comumente utilizado como elemento filtrante e para evitar a colmatação dos gabiões.

A altura do muro analisado no estudo de caso foi de 5,0 m, conforme indicado por Nunes e Bretas (2017). Assim, foram concebidos muros com base de 3,5 m de largura, constituídos por camadas de gabiões com 1,0 m de altura, deslocadas horizontalmente em 0,50 m entre si, de modo que a camada superior apresentasse seção transversal retangular de 1,5 m de largura e 1,0 m de altura. Adotou-se, ainda, uma inclinação de 6° do paramento do muro em direção ao terreno arrimado.

Os parâmetros geotécnicos dos solos de fundação e do aterro no tardoz, coesão, ângulo de atrito interno e peso específico, foram definidos conforme apresentado por Nunes e Bretas (2017), no entanto, para a fundação foi considerado uma coesão de 0 kPa, por se tratar de um silte arenoso. A capacidade de carga do solo de fundação foi estimada pelo método teórico de Terzaghi (1943), associado aos fatores de capacidade de carga de Vésic (1975) e aos fatores de forma propostos por De Beer (1967) e Vésic (1975), conforme citado por Cintra, Aoki e Albiero (2011). Considerou-se uma sapata retangular de dimensões 1,0 m × 3,50 m, visto que a análise foi realizada por metro de comprimento da estrutura. Obteve-se, assim, uma capacidade de carga de 1189,60 kPa e uma tensão admissível de 396,52 kPa, pela adoção de um fator de segurança de 3,0, em conformidade com o método das tensões admissíveis previsto na ABNT NBR 6122:2023.

Na modelagem, foi previsto embutimento de 1 m do muro no solo de fundação e manteve-se a condição apresentada por Nunes e Bretas (2017), que indica a presença de nível d'água elevado, situado a 3,50 m a partir da base do muro, além da ocorrência de nível freático ao longo do terrapleno. Destaca-se que a contenção proposta situa-se nas margens do Rio Paraibuna.

Por fim, considerou-se a aplicação de uma sobrecarga distribuída "q1" de 20 kPa sobre a superfície inclinada do solo arrimado, correspondente à sobrecarga acidental mínima estabelecida pela ABNT NBR 11682:2009, bem como uma segunda sobrecarga "q2" de 25 kPa, representativa do carregamento proveniente da rodovia sobre o maciço arrimado. A configuração da estrutura modelada está apresentada na Figura 3.

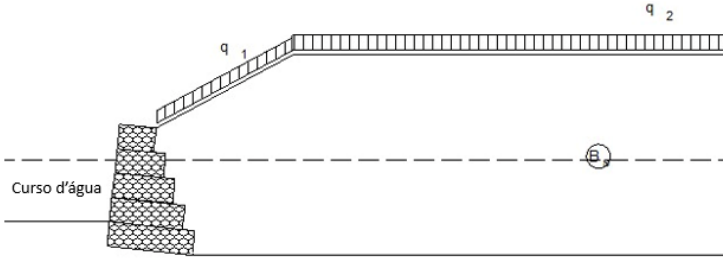


Figura 3: Modelagem do muro de gabiões utilizado no estudo de caso.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores de peso específico e porosidade adotados nas análises dos muros de gabiões estão apresentados na Tabela 1, com destaque para as propriedades obtidas por extrapolação dos gabiões com enchimento vibrado. Observa-se que esses materiais apresentaram valores de peso específico condizentes com os encontrados por Santos Júnior (2018) em estruturas convencionais, muito por conta do peso específico do material de enchimento, de 28,70 kN/m³, porém com porosidade superior às usuais, que variam de 30 a 40%, conforme Barros *et. al.* (2022).

Tabela 1. Propriedades dos gabiões utilizados na análise

Parâmetro	Enchimento vibrado	Enchimento tradicional
Peso específico (kN/m³)	15	14 a 18
Porosidade (%)	48	30 a 40

Após a realização das análises, obtiveram-se os resultados de estabilidade apresentados na Tabela 2, bem como as verificações do estado limite de serviço ilustradas na Figura 4. Adicionalmente, foram definidas as cunhas de ruptura decorrentes da análise de estabilidade global, conforme demonstrado nas Figuras 5 e 6.

Tabela 2: Verificações estado limite último - muros de gabiões estudados

Verificação	Fatores de segurança	
	Enchimento Manual	Enchimento vibrado
Estabilidade Global	1,56	1,51
Deslizamento	2,26	2,03
Tombamento	3,11	2,87
Tensão na Base (corpo hídrico)	2,71	3,02
Tensão na Base (terrapleno)	9,35	10,86

A Tabela 3 apresenta as tensões atuantes em cada camada de gabiões do muro de contenção. As camadas foram numeradas conforme ilustrado na Figura 4, que expõem os fatores de segurança relacionados à estabilidade interna das estruturas analisadas.

Tabela 3. Tensões nas camadas de gabiões

Camada	Tensão (kPa)	
	Manual	Vibrado
2	16,64	14,51
3	37,02	32,34
4	61,51	54,14
5	88,45	78,60

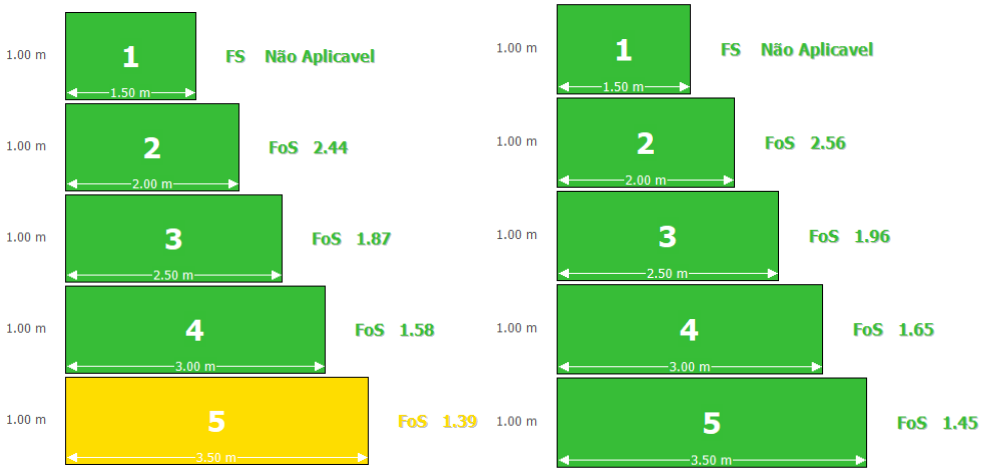


Figura 4. Verificação estado limite de serviços – gabião tradicional e vibrado, respectivamente.

A análise dos resultados obtidos indica que, embora os gabiões com enchimento vibrado, conforme a técnica empregada nesta pesquisa, não tenham apresentado porosidade equivalente aos das estruturas convencionais, a utilização dos parâmetros aqui determinados resultaria, no caso estudado, em um desempenho superior ao da solução tradicional no que se refere à estabilidade interna do muro. Observou-se que os fatores de segurança se mantiveram em torno de 1,5 em todas as verificações, valor recomendado pela ABNT NBR 11682:2009 para a condição analisada, o que não foi atingido pela solução com enchimento manual.

Esse melhor desempenho está associado, principalmente, ao menor peso próprio da estrutura. Apesar de essa característica implicar uma redução nos fatores de segurança relacionados à estabilidade global, ao tombamento e ao deslizamento, também promove menor solicitação sobre o solo de fundação e favorece a estabilidade interna do sistema, uma vez que resulta em menores tensões nas camadas de gabiões e nos painéis metálicos.

Ao considerar que a ruptura descrita por Nunes e Bretas (2017) se estende por um trecho de 45 m, observa-se que o consumo de malhas metálicas é 141,38% superior na solução pré-fabricada, enquanto o uso de espirais apresenta um aumento de 122,73%.

O pré-preenchimento de gabiões, embora amplie o grau de industrialização do processo construtivo, implica aumento de custos. Esse acréscimo decorre da necessidade de reforçar a gaiola e seus elementos estruturais para resistir aos esforços dinâmicos de içamento e movimentação, atendendo aos fatores de segurança exigidos em norma, bem como às verificações de tensões e deformações nas malhas.

As normativas técnicas estabelecem fatores de segurança específicos para os acessórios de içamento, exigindo, ainda, a realização de análises de tensões e deformações nas malhas e reforços, compatíveis com as condições de elevação de cargas.

As soluções adotadas, como redução da volumetria das caixas, aumento da densidade de tirantes ou utilização de malhas e reforços mais robustos, resultam, inevitavelmente, em maior taxa de aço por unidade de volume, tornando o sistema mais oneroso que o preenchimento *in loco*. Soma-se a isso a maior dificuldade de interconexão entre caixas e o risco de desalinhamentos durante o empilhamento.

Entretanto, para obras emergenciais ou com alguma especificidade como, por exemplo, baixa ou nula presença de trabalhadores na frente construtiva, a possibilidade de industrializar o processo pode suplantar a elevação de custos dos materiais e viabilizar uma contenção relevante.

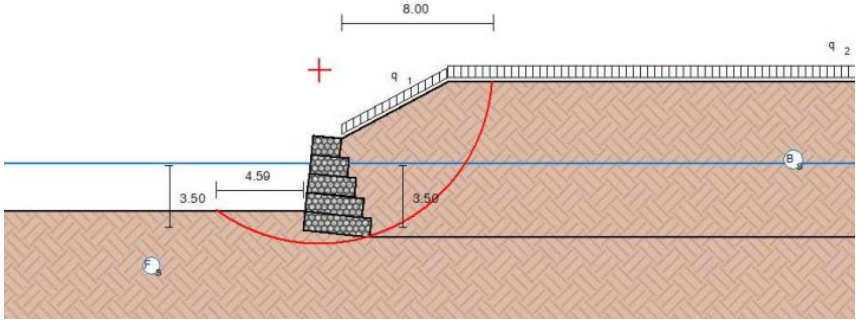


Figura 5:Análise de estabilidade global e cunha de ruptura - gabião de enchimento manual.

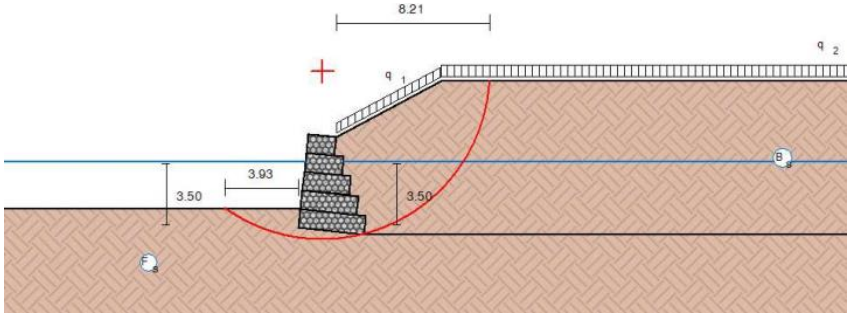


Figura 6:Análise de estabilidade global e cunha de ruptura - gabião de enchimento vibrado.

Na estimativa de custos dos materiais, não foram considerados elementos como tirantes, geotêxteis, escavações e outros serviços complementares, tendo-se priorizado as atividades com maior impacto econômico direto na adoção da solução de gabiões pré-fabricados.

No que se refere ao tempo de execução e ao custo de mão de obra, aspectos nos quais a solução pré-fabricada tende a apresentar vantagens em relação ao método tradicional, ressalta-se a necessidade de estudos adicionais. Recomenda-se, por exemplo, a construção de um muro experimental com elementos de gabiões previamente moldados, a fim de possibilitar a quantificação mais precisa desses parâmetros.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo indicam que a utilização de gabiões pré-fabricados com enchimento vibrado apresenta potencial relevante para aplicação em obras geotécnicas emergenciais. A técnica demonstrou desempenho satisfatório quanto à estabilidade interna da estrutura, evidenciado pela redução das tensões nas camadas de gabiões e na base de fundação, o que pode contribuir para o aumento da durabilidade e para a melhoria do comportamento estrutural ao longo da vida útil.

Por outro lado, verificou-se que a redução do peso específico dos gabiões vibrados, associada ao aumento da porosidade, implica em menores fatores de segurança relacionados à estabilidade global, ao deslizamento e ao tombamento, quando comparados às soluções convencionais. Ainda assim, para o estudo de caso analisado, os valores obtidos mantiveram-se dentro dos limites recomendados pela norma técnica aplicável, o que corrobora na viabilidade de aplicação desde que observados critérios de projeto adequados.

Do ponto de vista construtivo, destaca-se que, embora a solução pré-fabricada demande maior consumo de materiais, especialmente malhas metálicas e conexões, o que eleva o custo direto, sua adoção pode ser justificada em cenários emergenciais em função do potencial redução do tempo de execução. Essa característica é particularmente relevante em intervenções que visam restabelecer rapidamente condições de segurança e funcionalidade, como em trechos rodoviários afetados por instabilidades geotécnicas.

Por fim, ressalta-se que a aplicação prática de gabiões pré-fabricados ainda demanda investigações complementares, especialmente no que se refere à logística de transporte, dimensionamentos dos elementos sob efeito de cargas dinâmicas decorrentes das operações de içamento das caixas preenchidas, interconexão dos elementos pré-preenchidos e à execução em campo e à quantificação dos ganhos associados à redução de mão de obra e ao tempo de construção. Estudos experimentais em escala real são recomendados para validação

dos parâmetros adotados e para o aprimoramento das diretrizes de projeto, com vistas a contribuir para a consolidação dessa técnica como alternativa eficiente e segura em obras geotécnicas emergenciais.

AGRADECIMENTOS

Ao CEFET-MG pelo suporte técnico. À empresa Belgo Geotech pelo suporte logístico e pelo fornecimento das gaiolas metálicas. À Pedreira Santo Antônio pela doação do agregado graúdo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 11682: Estabilidade de encostas. Rio de Janeiro, 2009.

BARROS, P. L. A.; FRACASSI, G. DURAN, J. S.; TEXEIRA, A. M. Obras de Contenção – Manual Técnico. Maccaferri, 2022.

BELGO ARAMES. Recomendações para muros de gravidade com gabiões easy S. 2024. Disponível em: https://geotech.belgo.com.br/wp-content/uploads/2024/10/Recomendacoes-para-Muros-a-gravidade.pdf. Acesso em: 10 set. 2025.

CINTRA, José Carlos A.; AOKI, Nelson; ALBIERO, José Henrique. Fundações diretas: projeto geotécnico. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

CRUZ, F. Análise do Comportamento de Gabiões Eletrosoldados: Tecnologia Sustentável para Infraestrutura de Cidades Inteligentes. 2025. 159f. Dissertação (Mestrado em Cidades Inteligentes e Sustentáveis) – Universidade Nove de Julho (UNINOVE), São Paulo, Brasil.

FERNANDES, Nelson Ferreira et al. Condicionantes geomorfológicos dos deslizamentos nas encostas: avaliação de metodologias e aplicação de modelo de previsão de áreas susceptíveis. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 2, n. 1, 2001.

LIMA, Maria Luciene da Silva et al. Vulnerabilidade e riscos Socioecológicos: uma perspectiva integrada dos riscos na Região de Guaratiba (Rio de Janeiro-Brasil). Sociedade & Natureza, v. 33, p. e58841, 2021.

MANFRIN, J. Problemas em rodovias geram prejuízo de R$ 100 milhões ao transporte de cargas. Gazeta do Povo. Curitiba, 14 mar. 2023. Disponível em: https://www.gazetadopovo.com.br/parana/problemas-em-rodovias-prejuizo-transporte-de-cargas/. Acesso em: 15 out. 2025, 20:05.

NUNES, Rosemberg Ferreira; BRETAS, Thiago Cruz. Retroanálise da ruptura de talude rodoviário na margem do rio Paraibuna–estudo de caso. 2018. Artigo (Aperfeiçoamento/Especialização em Engenharia de Geotecnia) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

PIOLANTI, Marco. Procédé de fabrication d'un élément individuel de construction rempli destiné à un ouvrage de génie civil. Depositante: France Maccaferri. EP n. 1 881 114 A2. Depósito: 16 jul. 2007.

SANTOS JUNIOR, P.; J. Gabiões e estruturas de arrimo: análise teórico-numérico-experimental do comportamento mecânico. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

SOUZA, B. M. M.; COSTA, R. F.; ALMEIDA JÚNIOR, J. E.; DANTAS, A. A. N.; PEREIRA, E. M. V.; SOUZA, W. A. R.; PEREIRA, S. F. Prevenção de Erosão Costeira por meio de Contenção por Enrocamento: Estudo de Caso na Praia do Meio em Natal/RN in: XIX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica – COBRAMSEG, 19., 2018, Salvador. Anais [...] Salvador: ABMS, 2018.