

Estudos de Casos de Contenções em Gabião na Cidade de Belo Horizonte

Frederico Lara Diniz Oliveira

Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, frederico.lara@outlook.com

Crysthian Purcino Bernardes Azevedo

Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, purcino@etg.ufmg.br

Antônio Serpa Freire

Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, antonio.asfreire@gmail.com

Daniel Rust Ribeiro

Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, danielrust88@yahoo.com

Lucas Magno Rocha Botelho

Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, luca.magno61@gmail.com

Thomás Toledo Nogueira

Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, thomastnogueira@gmail.com

RESUMO: As contenções em gabião se apresentam como uma solução construtiva bastante versátil para a estabilização de taludes de médio porte e podem ser vistos com frequência na cidade de Belo Horizonte. Pensando nisso, este estudo tem como objetivo analisar taludes onde foram feitas essas contenções na cidade, com o foco na região Centro-Sul onde há a predominância de filitos e uma grande concentração de taludes que apresentam alguma instabilidade. Através de visitas aos locais e registros fotográficos, foi possível identificar as características geométricas da contenção, avaliando as suas condições e proporções em relação à geometria do talude e a suas principais características técnicas, bem como os sistemas de drenagem implantados nas contenções. Percebeu-se que o uso do gabião como uma solução de estabilização foi eficaz em algumas situações, em termos de durabilidade e eficiência do sistema de drenagem, principalmente quando associado a outros tipos de contenção em um mesmo talude. Em contrapartida, em alguns casos, aquelas contenções implementadas não se apresentam como a solução mais adequada, seja em termos econômicos, por questões técnicas ou mesmo devido à ausência de um sistema de drenagem eficiente.

PALAVRAS-CHAVE: Contenção, Gabião, Belo Horizonte.

1 INTRODUÇÃO

Taludes que apresentam instabilidade e que são propícios à ruptura são problemas constantes no contexto da construção civil. O desafio para solucioná-los vem através de projetos que visam a estabilização deste talude. Os processos de estabilização de um talude são geralmente

compostos pela construção de uma estrutura de contenção, aliada à implantação de um sistema de drenagem. Entretanto essas implementações não são simples e exigem um estudo minucioso para determinar a solução mais adequada para aquela situação.

As contenções em gabião se mostram como solução muito versátil e seu uso é bastante

difundido nos dias de hoje. A utilização de estruturas de gabião modernas teve sua origem na Itália no final do século XIX. No Brasil, esta solução ganhou espaço já na década de 70 e desde então o seu uso é muito comum em obras de infraestrutura de transporte, principalmente em taludes de médio porte. (Barros, 2014)

Este trabalho apresenta uma análise em estudos de casos de quatro contenções em gabião em taludes da cidade de Belo Horizonte, MG, Brasil. A coleta de dados se deu através de visitas técnicas aos locais das contenções e por meio de registros fotográficos que serão apresentados ao longo deste trabalho. Foram avaliadas questões técnicas, características geométricas e a eficiência do sistema de drenagem de cada contenção, com o objetivo de conhecer melhor o comportamento deste tipo de solução.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Contenções em Muro de Gabião

As contenções são estruturas construídas com o intuito de garantir a estabilidade contra rupturas de um maciço de solo ou rocha. Geralmente, estruturas que utilizam o peso próprio como a força que gera a estabilidade são chamadas de muro de gravidade. As estruturas de contenção em gabião podem trabalhar como um muro de gravidade e são constituídos por elementos metálicos prismáticos feitos com tela de malha hexagonal e preenchidos por pedras. Para formar o muro, fileiras destes elementos são empilhados de modo a deixar a base mais larga e são posteriormente costurados com um arame de mesmas características daquele utilizado na malha, criando assim uma estrutura monolítica. (Barros, 2014)

Uma característica importante das estruturas em gabião é a sua flexibilidade. Mesmo sendo um muro de gravidade monolítico, a sua composição de pedras e arame permite que a estrutura sofra pequenas deformações advindas de algum pequeno movimento do maciço estabilizado, sem que haja perda da eficiência da contenção. (Onodera, 2005) Ainda que ocorra grandes deformações, durante um

processo de ruptura, ao qual a contenção não pôde suportar, é comum que a estrutura de gabião se deforme junto ao maciço, controlando a movimentação de detritos e evitando consequências mais graves.

A característica de permeabilidade do gabião também é decorrente da sua composição de pedras e arames. Segundo Onodera (2005), ela permite o fluxo da água de percolação pelo interior da estrutura, aliviando os esforços hidrostáticos muito prejudiciais à estabilidade do talude. Entretanto, a capacidade drenante das contenções em gabião não elimina a necessidade de implantação de um sistema de drenagem. Um sistema de drenagem superficial é composto basicamente por canaletas ou valas colocadas no topo e pé do talude e na transição da estrutura de contenção com a superfície do talude que têm a função de captar a água do escoamento superficial, além de uma tubulação ou canaleta vertical responsável por levar a água captada para um local adequado. A drenagem superficial faz-se necessária para evitar a erosão na superfície do talude e evitar a infiltração da água no maciço. (Barros, 2014)

Um componente imprescindível do sistema de drenagem profunda de uma contenção em gabião são os filtros colocados no tardo da estrutura na interface com o interior do maciço, normalmente compostos por mantas geotêxteis que tem a função de permitir o fluxo de água pelo interior da estrutura, retraindo as partículas finas do solo. Faz-se necessário a implantação de um sistema de drenagem profunda mais completo, quando se deseja drenar a água de percolação no interior do talude quando somente a permeabilidade da estrutura de gabião não o faz de maneira suficiente. Para tanto utilizam-se drenos horizontais ou contrafortes com o objetivo de criar um caminho para a passagem da água ou sistemas de bobeamento quando há uma grande quantidade de água a ser drenada.

2.2 Geologia da Cidade de Belo Horizonte

O município de Belo Horizonte está localizado na região do grupo de serras do Itacolomi que são ramificações da Serra do Espinhaço, no estado de Minas Gerais. Esta está inserida numa

grande unidade geológica chamada de cráton do São Francisco. Parte do município, cerca de 70% do território na porção norte, pertencem ao Complexo Belo Horizonte, constituídas principalmente por rochas gnáissicas arqueanas. Os 30% restantes do território da capital na porção sudeste, pertence ao Quadrilátero Ferrífero, uma unidade geológica constituída principalmente por rochas de domínio metassedimentar, na sua grande maioria, os Filitos. (PBH, 2015)

A região Centro-Sul de Belo Horizonte apresentam, naqueles espaços pertencentes à Serra do Curral, unidades geológicas do supergrupo Minas, pertencentes ao Quadrilátero Ferrífero. Essas unidades como a formação Cercadinho, do grupo Piracicaba e a formação Gandarela do grupo Itabira, (Brandalise, 2000) onde estão localizadas os taludes das contenções analisadas por este trabalho, são caracterizadas por quartzitos hematíticos ou dolomitos intercaladas com camadas de filitos, geralmente muito alterados. (Campos, 2011) Esses filitos são os principais responsáveis por rupturas em taludes nessa região. Isso ocorre devido à presença de xistosidade nessas rochas que são foliações caracterizadas por uma anisotropia planar. A Figura 1 mostra os planos de xistosidade de uma amostra de filito cinza prateado da formação Cercadinho encontrado na ruptura do talude da Contenção IV que será apresentada a seguir. Parizzi *et al* (2011) cita que regiões que apresentam filitos são propícias a rupturas em cunha que provocam a alteração na forma original do talude e consequentemente induz a outros escorregamentos como o planar e o fluxo de detritos.



Figura 1. Amostra de filito encontrado no talude da Contenção IV.

3 ESTUDOS DE CASOS

3.1 Escolha das Contenções

O critério utilizado para a escolha das contenções a serem analisadas foi, primeiro, ser uma estrutura em gabião trabalhando como uma contenção do tipo muro de gravidade. Em segundo lugar, a área de pesquisa teve foco na região Centro-Sul da cidade de Belo Horizonte, MG, abrangendo bairros como o Santa Lúcia e o Belvedere. A escolha dessa região foi motivada pela presença de diversos taludes instáveis e por possuir uma geologia propícia a rupturas composta principalmente por filitos. Os resultados das pesquisas indicaram quatro contenções com características bem distintas entre si, o que permitiu avaliar diferentes situações e contextos onde essa solução foi implantada.

3.2 Contenção I – BR-356, Santa Lúcia

A primeira estrutura de gabião a ser analisada se encontra na BR-356 próximo ao número 2500 no bairro Santa Lúcia. Um ponto de referência que auxilia na localização da estrutura é o Pontão Lar Shopping, o número 2500 da BR-356, eles estão separados por uma distância de aproximadamente 300 metros.

A contenção tem uma altura aproximada de 2,5 metros e uma extensão próxima a 90 metros e é composta por 4 níveis de blocos dispostos com degraus na face. Não é possível observar nesta contenção um sistema de drenagem superficial suficiente que é normalmente composto por canaletadas na base e no topo. O que pôde ser observado foi apenas uma canaleta vertical na extremidade direita da contenção e a canaleta de drenagem da rodovia, próxima ao pé do talude, incapazes de realizar toda a drenagem deste talude.

Outro ponto de destaque é a presença de três árvores que crescem através da face da estrutura por entre as pedras dos blocos de gabião como mostra a Figura 2. Essa situação representa bem a característica de flexibilidade das estruturas em gabião, pois a presença das árvores ainda não provocaram danos a integridade geral da estrutura mesmo com troncos que ultrapassam

20 centímetros de diâmetro.



Figura 2. Crescimento de árvores através da Contenção I.

A contenção se encontra às margens da rodovia e no pé de um talude com um desnível de 35 metros. O topo deste talude possui uma outra estrutura de contenção, uma cortina atirantada com uma altura de cerca de 10 metros, como mostra a Figura 3. Essa associação de diferentes tipos de estruturas em um mesmo talude é muito eficiente em diversos casos. Nesta situação percebeu-se que a estrutura de cortina atirantada suporta as maiores cargas do talude, uma rua contígua ao topo. Já a estrutura em gabião no pé do talude garante a estabilidade da massa de solo posterior a cortina.



Figura 3. Vista geral do talude da Contenção I.

3.3 Contenção II – BH Outlet

Localiza-se na BR-356 no número 7515 no bairro Belvedere uma contenção em gabião pertencente à infraestrutura de acesso ao espaço comercial BH Outlet. Em seu ponto mais alto a estrutura chega a 11 metros e é composto por 12 fileiras de blocos e no ponto mais baixo são cerca de 2 metros, com duas fileiras de blocos. O talude tem um desnível de 18 a 2 metros

variando segundo o aclave de uma via que da acesso da rodovia BR-356 a entrada das instalações comerciais. A contenção de face plana se encontra no topo do talude, como mostrado na Figura 4 e tem cerca de 150 metros de extensão.



Figura 4. Vista geral da Contenção II.

As estruturas em gabião possuem boa integração com a natureza se comparadas a outras estruturas feitas em concreto, por exemplo. Isso ocorre, porque seus principais componentes são pedras naturais que conferem uma alta porosidade e permeabilidade ao sistema. Por essa razão, em muitas situações, o gabião se apresenta com um elemento estético compondo o paisagismo do local. A contenção analisada parece ser um destes casos. Isso poderia explicar o fato de se utilizar uma solução, como o gabião, que não é economicamente recomendada para alturas com esta grandeza no lugar de uma outra estrutura mais viável, como o solo grampeado. (Magalhães *et al*, 2015) A presença de trepadeiras plantadas na base da contenção, como mostra a Figura 5, reforça o fato de que optou-se por utilizar uma estrutura esteticamente mais agradável.



Figura 5. Detalhe das planta trepadeiras plantadas no pé da Contenção II.

3.4 Contenção III – BR-356, Belvedere

A próxima contenção a ser analisada também se encontra na BR-356 no número 7515 no bairro Belvedere, no centro comercial BH Outlet. Essa estrutura está às margens da rodovia BR-356 e está dividido em dois segmentos no mesmo talude separados por uma distância de aproximadamente 50 metros. O talude tem aproximadamente 13 metros de altura.

O primeiro segmento tem uma extensão de cerca de 113 metros e o segundo, da direita tem aproximadamente 185 metros de extensão. Pode ter-se escolhido fazer uma segmentação da contenção devido a diferentes condições de estabilidade nos pontos ao longo da extensão do talude. Alguns fatores como a presença de um maciço mais estável ou até mesmo uma condição de cobertura vegetal podem ter influenciado a escolha dessa segmentação.

As características da seção transversal de toda a contenção são semelhantes e apresentam uma altura aproximada 1,8 metros com 2 fileiras de blocos e uma face plana. Essas seções apresentam um sistema de drenagem superficial com canaletas no topo da contenção e pela proximidade com a rodovia contam com a canaleta de drenagem da pista próxima ao pé da contenção, apresentado na Figura 6. Não há, porém, tubos ou canaletas verticais que são responsáveis por conduzir a água captada pelas canaletas do topo.



Figura 6. Detalhe da canaleta do sistema de drenagem superficial da Contenção III

Em um dos pontos deste talude há uma contenção do tipo retângulo com uma extensão de 164 metros e uma altura máxima de 6 metros. Esta contenção se encontra no topo do talude, acima da contenção de gabião presente no pé do talude, como mostrado na Figura 7. Neste caso, a estrutura de retângulos que é composta por elementos verticais de concreto armado faz a estabilização do topo do talude onde se encontra uma via que dá acesso ao centro comercial BH Outlet. Em contrapartida o gabião no pé do talude é responsável por estabilizar a massa de solo do talude posterior à contenção. Assim como em outras situações, a associação de mais de um tipo de contenção em um talude torna o uso do gabião mais eficiente economicamente mais viável, como citado por Magalhães *et al* (2015).

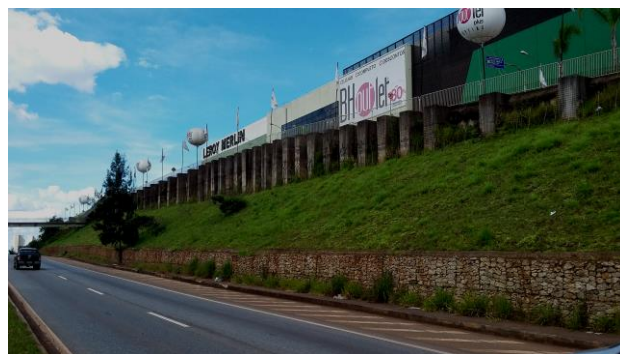


Figura 7. Vista geral do talude da Contenção 3.

3.5 Contenção IV – Av. Raja Gabaglia

A próxima estrutura de contenção a ser analisada se encontra na Av. Raja Gabaglia adjacente ao número 4500 no bairro Santa Lúcia. A contenção em gabião está no pé de um talude de aproximadamente 31 metros e nas margens da avenida Raja Gabaglia. Acima do talude há um empreendimento comercial recentemente construído ocupando boa parte do morro ao qual pertence o talude.

A contenção tem uma altura de aproximadamente 2,3 metros e cerca de 82 metros de extensão, contando com 3 fileiras de blocos de gabião e uma face plana. A estrutura aparenta ter sofrido alguma reforma recente indicada pela diferença de cor entre as pedras de preenchimento do gabião, mais clara na parte nova, como mostra a Figura 8.



Figura 8. Vista do talude da Contenção IV, com o detalhe para a ruptura.

Ainda na Figura 8 percebemos uma grande ruptura na face do talude que pode ter danificado a estrutura da contenção e motivado a reforma. Com o escorregamento do solo superficial ficaram expostos na ruptura, os filitos, característico da geologia local, cuja xistosidade pode ser facilmente identificada. A ausência de um sistema de drenagem profunda pode ter sido um dos agravantes para a ocorrência da ruptura, já que a passagem de água por entre os planos de xistosidade dos filitos diminui muito a sua resistência ao cisalhamento. Por este motivo a nova estrutura da contenção conta com um sistema de drenagem profunda mais completo. Um de seus componentes são as mantas geotêxteis colocadas no tardo da estrutura na interface do gabião com material de aterro.

A Figura 9 mostra um outro componente do sistema de drenagem profunda utilizado na contenção, o contraforte. Este é um elemento feito com as mesmas características dos blocos de gabião, mas com uma extensão horizontal perpendicular ao alinhamento principal da contenção do pé do talude. O contraforte tem tanto uma função estática na estrutura, aumentando a sua estabilidade, quanto uma função drenante, comportando como um caminho que facilita o escoamento do líquido

presente no interior do maciço. (Barros, 2014) Apesar da alta permeabilidade do gabião, é possível instalar tubos horizontais para aumentar a capacidade de escoamento do líquido durante a drenagem. Neste caso, como mostra a Figura 10, foi colocado um tubo sub-horizontal na mesma direção do contraforte para maximizar a sua capacidade drenante.



Figura 9. Contraforte no tardo da Contenção IV.



Figura 10. Tubo de drenagem da Contenção IV.

No entanto, não se detecta nenhum sistema de drenagem superficial eficiente nesta contenção, isso é evidenciado pela ocorrência do transporte do material de aterro ao longo do talude e sobre a contenção.

Neste talude ainda vemos a presença de uma associação de contenções onde uma outra estrutura, de cortina atirantada, é responsável pela estabilização do topo do talude onde há maior carga, advindas das construções acima do morro. A Figura 8 mostra as duas estruturas, e nela podemos perceber que a ruptura ocorrida não afeta a cortina atirantada, incidindo unicamente sobre a estrutura de gabião no pé do talude.

4 CONCLUSÃO

O uso de estruturas de gabião como contenções se apresentou uma solução adequada para vários contextos de aplicação. Em geral essas estruturas tem porte médio, com alturas acima de 2 metros, mas podem ter grandes comprimentos, com mais de 100 metros de extensão em alguns casos.

A associação de contenções em um mesmo talude mostrou-se uma solução muito versátil. Isso ocorre porque cada ponto do talude pode ser estabilizado por uma solução adequada ao contexto daquele ponto. No caso das contenções em gabião, uso misto de soluções estava associado a outras estruturas que resistiam cargas mais elevadas. Para que uma única estrutura em gabião resista a grandes esforços ela deveria ser robusta, com seções maiores e mais elvadas, o que seria inviável economicamente. Da mesma forma, utilizar contenções mais resistentes, como as cortinas atirantadas e os retângulos, em toda a altura do talude também não é viável. Opta-se então por utilizar o gabião para estabilizar somente uma parte do talude, colocando-o no pé do mesmo reduzindo o custo do sistema de drenagem, como ocorre com as Contenções I, III e IV. Dessa forma os custos para a implantação da contenção deste talude são otimizados.

Como pôde ser visto em algumas situações, as estruturas em gabião têm ótima integração ao ambiente, uma vez que utilizam materiais inertes na sua composição, como as pedras. Aliando a sua flexibilidade e porosidade, a contenção se adapta ao crescimento da vegetação, incorporando-a por questões estéticas ou naturais. Outra questão relacionada a durabilidade das estruturas de gabião é a

possibilidade de se realizar reformas que não comprometem a sua integridade, substituindo, por exemplo, apenas os blocos que foram danificados por uma ruptura do talude.

A permeabilidade dessas estrutura também é uma característica muito explorada, sendo muitas vezes essencial para o sistema de drenagem. Entretanto o que se percebe é uma negligência em relação à implantação de um sistema drenante completo e adequado, possivelmente relacionada à falsa impressão de que a permeabilidade do gabião é suficiente para garantir a drenagem da contenção. Em alguns casos percebe-se a ausência de elementos importantes da drenagem superficial, como canaletas de captação horizontais ou os canais verticais para a condução dessa água levando a locais adequados do sistema de drenagem urbana local. Para o caso do sistema de drenagem profunda da Contenção IV, a preocupação em relação a sua implementação só ocorreu após uma ruptura, possivelmente causada pela sua ausência. Mesmo assim, nessa mesma contenção, após a reforma, observa-se a ausência do sistema de drenagem superficial.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia da UFMG pela estrutura oferecida. Ao professor Crysthian Purcino pelo apoio dado ao longo da construção deste trabalho. E a todos que direta e indiretamente ajudaram na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Barros, P.L.A. (2014) *Obras de Contenção, Manual Técnico*. Maccaferri do Brasil Ltda. 219p.
- Brandalise, L.A. (2000) *Folha SE. 23-Z-C-VI Belo Horizonte. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, Carta Geológica*. Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Minas e Metalurgia, CPRM – Serviço Geológico Do Brasil.
- Campos, L.C. (2011) *Proposta de Reanálise do Risco Geológicogeotécnico de Escorregamentos em Belo Horizonte - Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, 139p.
- Magalhães, T.A.; Azevedo, C.P.B.; Naresi, L.A. (2015)

- Análise Técnica e Econômica de Estruturas de Contenção*. Belo Horizonte, Brasil. 12p.
- Onodera, L.T. (2005) *O Uso de Gabiões como Estrutura de Contenção*. Dissertação, Universidade Anhembimorumbi. São Paulo, Brasil, 63p.
- Parizzi, M.G.; Sobreira, F. G.; Galvão, T.C.B.; Aranha, P.R.A.; Elmiro, M.A.T.; Beirigo, E.A. (2011) *Processos de movimentos de massa em Belo Horizonte, MG*. Geografias, Artigos Científicos. Belo Horizonte, Brasil, p.58-87.
- PBH, Prefeitura de Belo Horizonte (2015) *Texto: Aspectos físicos*. Belo Horizonte, Brasil. Disponível em:
http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=estatisticaseindicadores&tax=20465&lang=pt_BR&pg=7742&taxp=0&, Acesso em: 20/03/2015.