VIABILIDADE TÉCNICA DA UTILIZAÇÃO DE GABIÃO PREENCHIDO COM CORPOS DE PROVA CILÍNDRICOS DE CONCRETO FISSURADOS (NBR 5739/2007) COMO ESTRUTURA DE CONTENÇÃO

Technical feasibility of using gabion filled with fissured concrete cylindrical specimens (NBR 5739/2007) as a containment structure

CALAIS, Ricardo Leme de
Formando em Engenharia Civil – Centro Universitário de Jaguariúna
OLIVEIRA, Mayara de
Formanda em Engenharia Civil – Centro Universitário de Jaguariúna
POLITTI, Caroline Accorsi
Formanda em Engenharia Civil – Centro Universitário de Jaguariúna
SILVA, Raul Olavo Ballarini da
Formando em Engenharia Civil – Centro Universitário de Jaguariúna
DIAS, Luciane Sandrini
Prof.ª MS. Orientadora – Centro Universitário de Jaguariúna

Resumo: O homem sempre fez uso de objetos da natureza como materiais para construções e, hoje em dia, com construções fixas, ele não tem mais que se adaptar às diferenças de relevo. Novas soluções para se evitar os deslizamentos de taludes e encostas foram desenvolvidas com o passar dos anos. Hoje em dia, há um maior controle dos riscos de escorregamentos. Os muros de gabiões tem ganhado cada vez mais espaço em obras de contenção, devido à sua facilidade de execução, baixo custo e também devido ao seu baixo impacto ambiental. O presente artigo tem o objetivo de fazer um estudo sobre a viabilidade da reutilização de corpos de prova (CP) de concreto fissurados como preenchimento para o gabião do tipo caixa. Para isso, foi realizada uma revisão na literatura disponível, tanto sobre os CP de concreto, como sobre a empregabilidade e metodologia de cálculos e estudos necessários para a implementação de estruturas de contenção de gravidade do tipo gabião. Foi gerado um estudo de modelagem através do AutoCAD, visando uma melhor acomodação dos CP dentro de um gabião caixa de 1 m³ e uma comparação de valores entre o gabião tradicional e o modelo construtivo proposto, preenchido com CP de concreto. Visamos, com o trabalho proposto, uma redução do impacto ambiental, considerando o descarte incorreto dos CP, e a geração de maior economia em seu processo construtivo, de modo que a estrutura de contenção não perca suas características técnicas.
Palavras – chaves: estrutura de contenção, gabião, corpos de prova.

Abstract: The human being had always used objects from nature as building materials and nowadays, with fixed buildings, it doesn't have to adapt to relief differences. New solutions to prevent hillside landslides have developed over the years. Nowadays there is a greater control of the landsliding risks. The gabion walls is gaining more and more space in containment Works due to its ease of execution, low cost and also due to its low environmental impact. The purpose of this article is make a study about the feasibility of using gabion filled with fissured concrete cylindrical specimens. For this, a review has performed in the available literature about the concrete specimens, the employability and methodology of calculation and required studies for the implementation of

gravity containment structure of gabion type. A modeling study has created through AutoCAD, aiming for better accommodation of the concrete specimens inside the gabion box of one cubic meter, and a comparison of values among the traditional gabion and proposed constructive model, filled with concrete specimens. With the proposed work, we aim a reduction of environmental impact, considering the incorrect disposal of the specimens and the generation of greater saving in its construction process, so that the containment structure doesn't lose its technical characteristics.
Keywords: containment structure, gabion, specimens.

1. INTRODUÇÃO

Desde a pré-história o homem utiliza objetos encontrados na natureza como ferramentas e materiais para suas construções, usando, na maioria das vezes, minerais e rochas encontrados em abundância. Talvez o fato mais interessante seja a nossa dependência desses materiais, mesmo após milhares de anos, para fins de habitação, tanto nas cavernas, do passado, como nos materiais de construção, de nossas casas modernas.

Com a mudança dos costumes de nossos antepassados, de nômades para habitantes fixos, o ser humano teve que aprender a cultivar a terra e construir moradias e benfeitorias duradouras. Com o desenvolvimento da vida em sociedade, a criação das cidades e a posterior ligação entre elas, o homem primitivo começou a não mais se adaptar à conformação do relevo, tratando esse, finalmente, como matéria prima para suas construções e lavouras. E, para isso, surgiram as contenções de encostas e barrancos, estabilizando solos de diferentes níveis, agindo em favor da segurança das pessoas, da conservação de estradas e da exploração de áreas cultiváveis.

Nesta época, surgiram os primeiros muros de contenção, principalmente os confeccionados a partir da madeira (com baixa durabilidade) e rochas. A evolução deste muro de contenção é o que hoje conhecemos como muro de arrimo. Dentre os vários tipos de contenção, o gabião é muito utilizado atualmente, devido ao baixo impacto ambiental, a baixa ou não-necessidade do uso de máquinas na sua construção, sua boa permeabilidade (minimizando, assim, sobrepesos pela acumulação de água percolada), fácil modelagem e adaptabilidade ao perfil do solo e também baixo custo de fabricação e manutenção das estruturas.

Assim como o homem evoluiu ao longo das gerações, seus métodos construtivos o acompanharam. Com o desenvolvimento de novas tecnologias e materiais construtivos, suas construções passaram a ter caráter permanente, o que gerou a possibilidade destes almejarem conforto e segurança duradoura. Uma das maiores tecnologias desenvolvidas, aperfeiçoadas e amplamente aplicada é a "descoberta" do cimento e a preparação de sua pasta com areia e pedra e posteriormente a adição do aço, gerando uma estrutura sólida e extremamente resistente.

A criação e o desenvolvimento do concreto armado deram possibilidade ao homem de imaginar e desenvolver construções cada vez maiores e mais ousadas tecnicamente, porém, por medida de segurança, foram normatizados certos aspectos de cada um dos materiais utilizados em sua confecção. No caso do concreto, há uma norma específica para o teste de resistência à compressão (NBR 5739/2007), o qual é realizado em corpos de prova moldados de acordo com a NBR 5738/2015, sendo que, para cada lote de concreto, são retiradas, pelo menos, seis amostras para os testes.

Para facilitar a execução de tais testes, há no mercado uma grande variedade de laboratórios auditados pelo INMETRO, aptos para a realização do mesmo. Com o aumento do número de construções e a necessidade desses testes para comprovação da resistência do concreto utilizado, esses corpos de prova têm se tornado um passivo ambiental, gerando um grande volume nas escassas usinas de reciclagem de materiais oriundos da construção civil e, consequentemente, o aumento de parte do custo da obra no descarte adequado desse resíduo.

Após a constatação de tal fato, buscamos na literatura uma solução ambiental mais rápida e barata para o reaproveitamento dos corpos de prova, porém, somente foram encontrados exemplos amadores de utilização em demarcação de canteiros de flores, hortas e projetos paisagísticos, não aproveitando adequadamente toda a resistência e robustez do concreto ainda existente no corpo de prova.

Buscamos, assim, apresentar uma "nova" utilização para tais corpos de prova, quando fissurados, reutilizando-os como material para preenchimento de muros de contenção por gravidade.

2. ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO

Segundo Terzaghi (1943, p.1), a Mecânica dos Solos é a aplicação das leis da mecânica e da hidráulica aos problemas de engenharia relacionados com os sedimentos e outras acumulações não consolidadas de partículas sólidas produzidas pela desintegração mecânica e química das rochas, independentemente do fato de conterem ou não elementos constituídos por substâncias orgânicas.

De acordo com Pinto (2006), a Mecânica dos Solos, que estuda o comportamento dos solos quando tensões são aplicadas, no caso das fundações, ou aliviadas, no caso de escavações, constitui uma ciência de engenharia, na qual o engenheiro civil se baseia para o desenvolvimento de seus projetos.

Os problemas que se apresentam no projeto e execução das fundações e obras de terra podem ser distinguidos em dois tipos: os que se referem à deformações do solo, que abrangem o estudo de recalques das obras, e os que consideram a ruptura de uma massa de solo, que envolvem as questões relativas à capacidade de carga do solo, estabilidade de maciços terrosos e empuxos de terra (CAPUTO, 1988, p. 11).

Caputo (1988, p. 4) ainda afirma que o requisito prévio para o projeto de qualquer obra é o conhecimento da formação geológica local, bem como o estudo das rochas, solos, minerais que o compõem e também a influência da presença da água sob ou sobre a superfície da crosta terrestre.

A ruptura de um solo é, geralmente, um fenômeno de cisalhamento, que acontece quando uma sapata de fundação é carregada até a ruptura ou também quando ocorre o escorregamento de um talude, por exemplo (PINTO, 2006, p. 260).

Deslizamento é um termo que foi designado para descrever o movimento de descida do solo, de rochas e material orgânico, sob o efeito da gravidade, e também a formação geológica resultante de tal movimento (HIGHLAND; BOBROWSKY, 2008, p. 6).

Segundo Highland e Bobrowsky (2008, p. 13), escorregamento é um dos tipos de deslizamento, e pode ser definido como o movimento de uma massa de solo ou rocha, em declive, que ocorre sobre superfícies em ruptura ou sobre zonas relativamente finas com intensa deformação por cisalhamento.

As medidas de correção comumente utilizadas para um escorregamento e que, quando possível, reduzirão consideravelmente o risco, incluem um retaludamento apropriado e a construção adequada de taludes. A construção de muros de arrimo na sua base pode ser suficiente para diminuir ou desviar o movimento do solo (HIGHLAND; BOBROWSKY, 2008, p. 14).

As estruturas de contenção são elementos indispensáveis de várias obras e projetos de engenharia. De acordo com Loturco (2004), as estruturas de contenção, independente do seu método, têm o mesmo princípio de funcionamento. Todas elas promovem, ativa ou passivamente, resistência à ruptura e ao deslocamento de terra, ocasionados pelo corte.

Para obter sucesso na escolha de estrutura de contenção mais adequada a ser executada em determinada situação, é necessário um prévio estudo do local, pois é o estudo que verifica a estabilidade do terreno. É fundamental que se obtenha dados como a formação do terreno, a situação e as características atuais (LOTURCO, 2004).

3. CONTENÇÃO EM GABIÃO

Segundo Onodera (2005, p. 28), as estruturas de contenção são obras cuja finalidade é conter maciços de solos. Quando são construídas em centros urbanos ou até mesmo em área de lazer, elas devem integrar-se ao máximo no meio em que se encontram, tanto do ponto de vista ambiental como paisagístico.

Segundo Moliterno[1] (1980, *apud* Onodera, 2005), “o gabião foi utilizado durante muito tempo como solução para desvio dos cursos dos rios e fechamentos das ensecadeiras nas obras de construção de barragens”.

[1] MOLITERNO, A. **Caderno de muros de arrimo.** São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1980. 104 p.

Seu emprego têm se diversificado, encontrando aceitação na execução, não somente de muros de arrimo, mas também em revestimento de canais, proteção de margens de rios, e em obras de emergência para contenção de encostas (ONODERA, 2005, p. 28).

3.1. HISTÓRICO

Segundo Camuzzi[2] (1978, *apud* Onodera, 2005, p. 28) e Maccaferri (p. 9), a palavra gabião deriva do italiano *"gabbione"*, que quer dizer "gaiolão". Os gabiões foram empregados pela primeira vez no final do século XIX. Desde então, sua utilização passou a tornar-se crescente e, a cada dia, os campos de utilização são mais amplos.

No Brasil, este tipo de estrutura de contenção começou a ser utilizado no início dos anos 70, e hoje em dia está presente em diversas obras, em todas as regiões do país.

3.2. PRINCIPAIS VANTAGENS DE MUROS EM GABIÃO

Uma das mais importantes características do gabião é a sua permeabilidade, pois é uma estrutura totalmente permeável, autodrenante, o que facilita o saneamento do terreno, por permitir o fluxo das águas de percolação, proporcionando, assim, um alívio por completo das pressões hidrostáticas sobre a estrutura (FINOTTI e*t al.*, 2013, p. 23; ONODERA, 2005, p. 35).

Segundo Onodera (2005, p. 35), os muros de gabião também apresentam extrema flexibilidade, o que permite que a estrutura se adapte aos movimentos do terreno, acompanhando o recalque ou acomodações, sem comprometer sua estabilidade e eficiência estrutural. Finotti *et al.* (2013, p. 22 e 23) acrescentam que essas deformações permitem a prévia visualização de qualquer problema antes de um colapso, permitindo, dessa forma, possíveis intervenções para a recuperação da estrutura, minimizando gastos e evitando acidentes.

[2] CAMUZZI FILHO, D. **Gabiões Profer**. São Bernardo do Campo, 1978.

Finotti (2013, p. 22) e Onodera (2005, p. 36) afirmam ainda que outra importante vantagem dos muros de gabião é a sua elevada resistência aos esforços de tração e empuxo do terreno, pois eles são calculados como uma estrutura monolítica. A malha do tipo hexagonal de dupla torção proporciona uma distribuição mais uniforme dos esforços, seu revestimento assegura a durabilidade por muitos anos e impede o desfiamento da tela.

Os muros de gabião são estruturas práticas e versáteis, pois podem ser construídos sob qualquer condição ambiental, com a utilização ou não de maquinário, inclusive em locais de difícil acesso. Além disso, para a construção desse tipo de contenção não é exigida mão de obra especializada (FINOTTI, 2013, p. 23).

Segundo Finotti (2013, p. 23), esse tipo de estrutura de contenção é economicamente mais viável, devido aos seus custos diretos e indiretos serem mais baixos, comparando com outros tipos de soluções com as mesmas resistências estruturais.

Dentre as afirmações de Finotti (2013, p. 23) ainda é possível destacar uma importantíssima vantagem dos muros de gabião, seu baixo impacto ambiental. Devido à sua composição, o gabião não interpõe obstáculo impermeável para as águas de infiltração e percolação, interferindo o mínimo possível na fauna e flora local. Além disso, é possível a integração da estrutura com o meio ambiente, ao permitir o crescimento de plantas ou gramíneas na sua superfície.

4. MÉTODO EXECUTIVO DO PROTÓTIPO

Com o intuito de aprofundar o conhecimento no assunto, colocamos em prática o feitio de uma estrutura do tipo gabião caixa, idealizada com o preenchimento com corpos de prova de concreto fissurados.

4.1. CARACTERÍSTICAS

Na região de Campinas, existem vários laboratórios de controle tecnológico de concreto, que terceirizam o serviço de verificação da capacidade de carga do mesmo para vários empreendimentos e construtoras. De acordo com a NBR 5739/2007, os corpos de prova possuem dimensões

padronizadas, sendo a mais usual nos laboratórios o CP cilíndrico de 0,20 m x 0,10 m de diâmetro.

Conforme a época do ano e a ocorrência de construções na cidade e região, há uma enorme quantidade de peças testadas a serem descartadas. Atualmente, com a implementação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (lei 12305/2010), torna-se responsabilidade, tanto da empresa contratante como do laboratório de testes, a destinação final adequada de tais corpos de prova. Isso gera um ônus para as construtoras, que arcam com o custo do teste, onde já está embutido o custo da destinação final das peças testadas.

Mesmo com a obrigação legal da disposição final, os laboratórios de teste doam certas quantidades desse material testado para quem interessar. Há uma grande variedade de projetos paisagísticos e de jardinagem que utilizam tais artefatos como suporte para a terra dos canteiros e/ou demarcação de trilhas e caminhos. Isso gera um lucro extra para os laboratórios, que recebem dos seus clientes o montante designado à destinação adequada. Frisamos que tal prática de doação dos corpos testados não apresentam problemas ao meio ambiente, desde que sejam utilizados para tais projetos e não descartados aos montes em locais não específicos.

Com o possível uso desses corpos de prova como material de preenchimento de gabiões, a empresa que prestará o serviço de execução do gabião é quem arcará com o custo de retirada, armazenagem e transporte de tais objetos até o local da obra de contenção. Isso gerará uma economia, se não para o contratante do teste, para o laboratório executor do mesmo, além da executora do gabião, que não terá a necessidade de comprar as rochas para o preenchimento da estrutura. Com as variações do ritmo das construções durante o ano e até mesmo em épocas de crise no setor de construção civil, esses testes podem ser feitos em menor ritmo, o que geraria uma demanda de um local para armazenar uma quantidade desses corpos de prova. Tal necessidade não ocasionaria maiores problemas, uma vez que esses podem ser armazenados em locais expostos à intempéries e podem ser facilmente movimentados com o auxílio de um trator munido de uma pá carregadeira.

Encontramos no mercado uma grande variedade de modelos e tamanhos de gabiões caixas para comercialização, porém, nem todos seriam possíveis

de serem preenchidos com os corpos de provas fissurados. Isto ocorre devido à dimensão dos mesmos, que inviabilizariam a disposição mais adequada de acordo com o estudo que fizemos para posicioná-los. Os gabiões caixa utilizados devem ser sempre múltiplos de 0,20m, devido às dimensões normatizadas do material de preenchimento.

4.2. POSICIONAMENTO DOS CORPOS DE PROVA

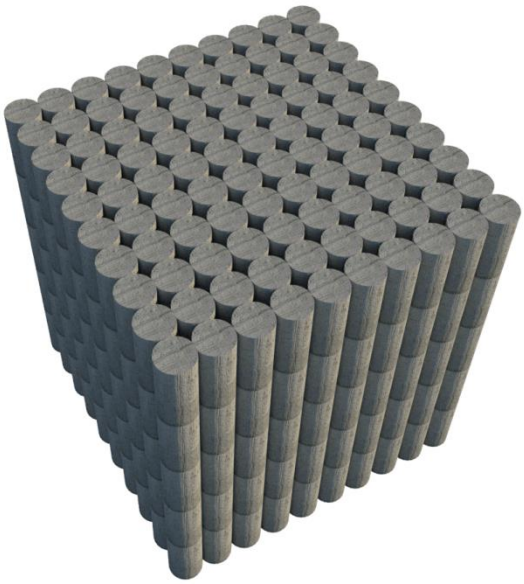
Para um melhor aproveitamento dos materiais, visando a economia de insumos e mão de obra na confecção da estrutura de contenção, fizemos uma análise da melhor disposição dos corpos de prova no software AutoCAD. Assim, conseguimos comprovar que a forma mais prática de colocação dos corpos de prova dentro da estrutura do gabião caixa seria na posição vertical (que facilitaria o encaixe dos blocos, por sua superfície aplainada e dispensaria a necessidade de escoramento da face frontal do gabião) e que o encaixe destes seria de forma intercalada, de modo que em cada camada houvesse linhas com 10 e 9 blocos. Isso seria preferível a uma situação onde os corpos de prova estivessem encaixados alinhadamente dentro do gabião caixa (figuras 1 e 2).

Figura 1: Simulação do encaixe de modo intercalado.



Fonte: OLIVEIRA, M, 2017.

Figura 2: Simulação do encaixe de modo alinhado.



Fonte: OLIVEIRA, M, 2017.

De acordo com uma amostragem feita nesses corpos de prova, foi levantado o peso médio destes, que é de 3,8 Kg e seu volume, que é de 0,00157 m^3. Com o auxílio da modelagem, foram levantados os dados da tabela 1, onde são comparados os dados de cada tipo de modelagem para uma estrutura de 1m^3 e que serviu de base para a escolha do modelo adotado.

Tabela 1: Comparativo entre modelos construtivos.

TIPO DE ENCAIXE	INTERCALADO	ALINHADO	GABIÃO TRADICIONAL
Quantidade de CPs	525	500	-
Peso total da estrutura (KG)	1995	1900	1600
Índices de vazios	17,57	21,5	20~30

Fonte: CALAIS, R. L, 2017.

Comparando os dados obtidos na modelagem assistida por computador e os dados da tabela 1, verificamos que, ao intercalar os blocos no preenchimento do gabião, haveria um maior número de peças encaixadas, gerando uma estrutura mais pesada e com uma menor porcentagem de vazios por metro cúbico.

4.3. CUSTOS

De acordo com pesquisas de mercado realizadas na região de Campinas, o custo de fabricação de um gabião pode variar consideravelmente de acordo com suas características de construção. Porém após um levantamento em obras, foi possível estimar um custo para o cliente final de aproximadamente R$ 430,00 o metro cúbico de estrutura. Em um orçamento apresentado, a confecção de uma estrutura de 57m³ foi discriminada de acordo com a seguinte proposta, apresentada na tabela 2, onde foi feita também a comparação com os custos do modelo construtivo proposto:

Tabela 2: Comparação de custos entre o modelo tradicional e o modelo proposto.

EXECUÇÃO DE 57 m³ DE GABIÃO		MODELO TRADICIONAL		MODELO PROPOSTO	
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	$ UNITÁRIO	$ TOTAL	$ UNITÁRIO	$ TOTAL
MOBILIZAÇAO DE EQUIPE	1		3.129,40		3.129,40
MÃO DE OBRA (m³)	57	125,8	7.170,60	125,8	7.170,60
GABIÃO CAIXA (UNIDADE)	57	120	6.840,00	120	6.840,00
PEDRA RACHÃO (m³)	95	65	6.175,00	-	-
MANTA GEOTÊXTIL (m²)	230	3,2	736	3,2	736
SARRAFO CEDRINHO 10 CM (metro linear)	50	7,8	390	-	-

Fonte: CALAIS, R. L, 2017.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Comparando-se os dados obtidos na modelagem assistida por computador e os dados da tabela 1, foi possível verificar que, ao intercalar os corpos de prova no preenchimento do gabião, haveria um maior número de peças encaixadas, gerando uma estrutura mais pesada e com uma menor porcentagem de vazios por metro cúbico, fatores de grande importância em muros de contenção por gravidade. Tais índices superaram até mesmo o modelo construtivo tradicional. Esse fato poderia, num estudo futuro, otimizar as dimensões da tela de suporte da estrutura, gerando a necessidade de menores volumes dessas estruturas para suportar cargas semelhantes.

Apesar da necessidade de verificação dos corpos de prova na hora da montagem da estrutura, com o intuito de separar blocos rompidos ou muitos fissurados, pode-se também considerar uma otimização da mão de obra necessária para a confecção da estrutura, já que o encaixe dos corpos cilíndricos seria facilitado ante o encaixe manual das rochas britadas. As superfícies aplainadas e paralelas desses corpos também facilita o suporte entre elas e o faceamento da estrutura, eliminando a necessidade de escoramento de face para uniformizar e obter uma boa aparência na estrutura.

Haveria, além do ganho ambiental pelo reaproveitamento dos corpos de prova, a redução do custo de matérias primas para a confecção do gabião, uma vez que esses corpos são descartados pelos laboratórios, sendo necessário somente um local de armazenagem pela empresa que montará a estrutura, de modo que haja um estoque suficiente para as obras vindouras. A necessidade de transporte e armazenamento desses corpos de prova não gerariam novas onerações à prestadora do serviço, uma vez que a economia na aquisição da rocha britada e no transporte da quantidade necessária com uma pequena folga operacional, em substituição à necessidade de quantidades com mais de 50% do volume necessário no modelo tradicional, supriria tais custos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: Concreto - Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10514**: Redes de aço com malha hexagonal de dupla torção, para confecção de gabiões - Especificação. Rio de Janeiro, 1988. 4 p.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a política nacional de resíduos sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso em: 02 de novembro de 2017.

CAMUZZI FILHO, D. **Gabiões Profer**. São Bernardo do Campo, 1978.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações:** fundamentos. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1988. 244 p.

FINOTTI, G. B. S. *et. al*. **Estruturas de contenção em gabiões para estabilidade de encostas em processos erosivos.** 2013. 130 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

HIGHLAND, L. M.; BOBROWSKY, P. **The landslide handbook – A guide to understanding landslides.** U.S. Geological Survey, Reston, Virginia, 2008. 176 p.

LOTURCO, B. Contenções: talude seguro. **Revista Téchne**, São Paulo, 83ª ed., fev. 2004. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/83/artigo286273-1.aspx>. Acesso em 27 de abril de 2017.

MACCAFERRI. **Obras de contenção:** manual técnico. Maccaferri do Brasil Ltda, Rio de Janeiro.

MOLITERNO, A. **Caderno de muros de arrimo.** São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1980. 104 p.

ONODERA, L. T. **O uso de gabiões como estrutura de contenção.** 2005. 92 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo.

PINTO, C. S. **Curso básico de mecânica dos solos.** 3ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 363 p.

TERZAGHI, K. **Theoretical soil mechanics.** New York: John Wiley & Sons, 1943. 526 p.