

## PROJETO DE ATERRO CONVENCIONAL COM REFORÇO DE GEOSSINTÉTICOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

TAINÁ SILVA SÁ BRITTO<sup>1</sup>; KLAUS MACHADO THEISEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [tainasabritto@gmail.com](mailto:tainasabritto@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [theisenkm@yahoo.com.br](mailto:theisenkm@yahoo.com.br)

### 1. INTRODUÇÃO

Na engenharia, para compatibilização das obras rodoviárias são recorridas as obras complementares (viadutos e pontes) com intuito de transpor obstáculos. Em muitos casos existe a necessidade de adequação dessas obras através de obras de terraplanagem, de maneira que as rampas de acesso às malhas rodoviárias sejam niveladas. Dentre as obras de terraplanagem empregadas se destacam os aterros, que podem ser convencionais ou com estruturas de contenção.

Entre as características das estruturas de contenção está o emprego de solo reforçado como corpo do aterro. Esse reforço é realizado através da inserção de elementos externos no interior do corpo do solo, o que contribui ao melhoramento estrutural do mesmo e possibilita estruturas ousadas, segundo SIEIRA e SAYÃO (2010). Além disso, o uso de elementos de reforço implica na redução do potencial erosivo do corpo de aterro, ou seja, as massas de solo não sofrem o carreamento de suas partículas tão facilmente pela ação de chuvas.

Em determinadas áreas de implantação de projetos rodoviários existem restrições de espaços, por motivos socioeconômicos ou ambientais, que implicam no desenvolvimento de projetos geotécnicos de cunho enxuto e com reduções de recursos econômicos. Deste modo, existe a frequente busca por inovações geotécnicas que qualifiquem as obras de terraplanagem.

O objetivo do presente trabalho foi desenvolver uma revisão bibliográfica de maneira a fornecer um embasamento teórico à pesquisa que comparará os aterros convencionais e os aterros com reforço de geossintéticos, cujo estudo de caso compreende a um aterro de viaduto situado no contorno do município de Pelotas. A pesquisa citada corresponde ao Trabalho de Graduação do Curso de Engenharia Civil da presente autora, no qual o término está previsto para o segundo semestre do ano de 2018.

### 2. METODOLOGIA

Para confecção da revisão bibliográfica, objetivo do presente trabalho, foi recorrido a literaturas, dissertações, teses e artigos científicos com conteúdos relacionados às obras de terraplanagem. Além disso, também foi utilizado de discussões com profissionais ligados a área geotécnica, engenheiros civis e professores, a fim de abranger a maior carga de informações que sejam pertinentes ao tema proposto.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir é apresentada a revisão bibliográfica como resultado do presente trabalho, cujo tema é o emprego de elementos geossintéticos em aterros convencionais.

Projeto de aterro convencional com reforço de geossintéticos:

Existem inúmeras soluções de aterros para compatibilização de obras complementares, dentre elas se destacam: aterro convencional (caracterizado pelo uso exclusivo de massas de terra compactada com revestimento de sua superfície por camadas vegetais); aterro com muro de gravidade (caracterizado por conter as massas de solo através da oposição das forças externas aplicadas, pelo seu peso próprio, de acordo com GERSCOVICH et al. (2016)); aterro com muro de bloco terrae (caracterizado pelo emprego de blocos de concreto com saliências em sua parte inferior, visando o encaixe a seco, além disso, uso de geossintéticos como reforço estrutural do solo); aterro de terra armada (caracterizado pelo uso de estrutura de contenção, placas de concreto, e reforço estrutural através da implantação de elementos metálicos no interior do maciço terroso). Nas figuras 1, 2, 3 e 4 são apresentados, respectivamente, os diferentes tipos de aterros citados anteriormente.



Figura 1- Aterro convencional.  
Fonte: CORREIO DO POVO (2017).



Figura 2 – Muro de gravidade com gabião.  
Fonte: MACCAFERRI (2018).



Figura 3 – Aterro com muro de bloco TERRAE.  
Fonte: TERRAE PROJETOS  
E CONSULTORIA LTDA (2018).



Figura 4 – Terra Armada  
Fonte: TERRA ARMADA (2018).

Para MONTEIRO (1998), a inserção de elementos externos no corpo do solo confere ao melhoramento das propriedades intrínsecas do mesmo e também do comportamento mecânico geral da estrutura.

O reforço de solo pode se dar através do emprego de fibras e de geossintéticos. De acordo com FEUERHARMEL (2000) as fibras são utilizadas com intuito de aumentar a rigidez do corpo de solo e se dividem em quatro grandes grupos; naturais; minerais; poliméricas; e metálicas.

A inserção de elementos geossintéticos, elementos desenvolvidos a partir de fibras poliméricas sintéticas, confere funções de drenagem, filtragem, proteção e reforço no maciço terroso, segundo LOPES (1992). De acordo com EHRLICH e BECKER (2009) os principais geossintéticos utilizados como reforço estrutural de

solo são as geogrelhas e geotêxteis. As geogrelhas podem ser unidirecionais e bidirecionais e os geotêxteis podem ser tecidos e não tecidos.

SIEIRA e SAYÃO (2010) realizaram ensaios triaxiais com corpos de prova de solo não reforçado e reforçado com geogrelha. De acordo com os resultados expostos por eles, existe o acréscimo dos parâmetros de resistência ao cisalhamento do solo (coeficiente de atrito e intercepto coesivo) com a inserção da geogrelha no maciço terroso, conforme observado na figura 5.

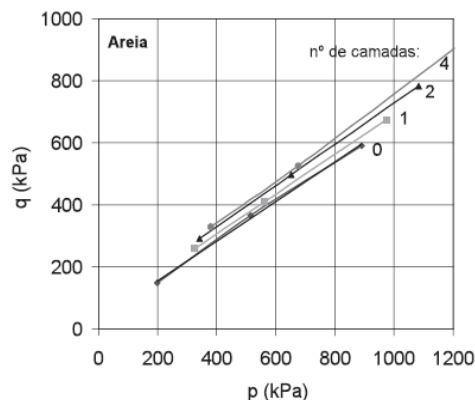


Figura 5 – Envoltórias de resistências para cada configuração de camadas.  
Fonte: SIEIRA e SAYÃO (2010).

Devido a geometria dos aterros construídos, a superfície inclinada que o compõe em relação ao plano horizontal é denominada talude artificial. Para análise de estabilidade dos taludes é preciso verificar a condição mais desfavorável para a segurança do mesmo, segundo GERSCOVICH (2012). Nos maciços terrosos artificiais (taludes) a principal forma de deslocamento de massa que ocorre é por escorregamento e a superfície de cisalhamento que se desenvolve é do tipo circular, como visualizado na figura 6.

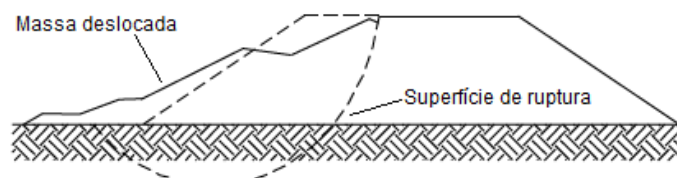


Figura 6 – Superfície de ruptura circular e deslocamento de massa por escorregamento.

Fonte: Adaptado de MACCAFERRI (2018).

Para verificação de estabilidade dos taludes artificiais é comumente utilizado o método do equilíbrio limite, no qual se baseia na hipótese de equilíbrio de massas. De acordo com MASSAD (2010), o método de equilíbrio limite pode ser aplicado através do método de Fellenius e Bishop Simplificado, nos quais são simuladas diferentes tipos de superfícies de ruptura no corpo do aterro para determinar o fator de segurança do projeto.

#### 4. CONCLUSÕES

Com a confecção da revisão bibliográfica foi possível realizar um embasamento teórico, a fim de subsidiar o tema proposto no Trabalho de Graduação em Engenharia Civil da autora. Através dela se compreende as diferentes opções de estruturas de terraplanagem que são utilizadas, no intuito de

compatibilização das obras rodoviárias e também o efeito de elementos de reforço no corpo de solo. Desta forma, ela mostrasse imprescindível para fundamentar a alternativa construtiva de engenharia proposta no Trabalho de Graduação da autora.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORREIO DO POVO. **Liberado trânsito do Viaduto da Ritter**, Porto Alegre 20 dez. 2017. Acessado em 12 jul. 2018. Disponível em: <<http://www.correiodopovo.com.br/Noticias/Geral/Transito/2017/12/637677/Libera-do-transito-do-Viaduto-da-Ritter,-em-Cachoeirinha>>

EHRlich, M.; BECKER, L. **Muros e Taludes de Solo Reforçado: Projeto e execução**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

FEUERHARMEL, M. R. **Comportamento de Solos Reforçados com Fibras de Polipropileno**. 2000. 152p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GERSCOVICH, D.; DANZIGER, B. R.; SARAMAGO, R. **Contenções: teoria e aplicações em obras**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

GERSCOVICH, D. M. S. **Estabilidade de Taludes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

GRUPO INDUSTRIALE MACCAFERRI – MACCAFERRI DO BRASIL, Brasil. Acessado em: 10 maio 2018. Disponível em: <<https://www.maccaferri.com.br>>

LOPES, M. D. L. D. C. **Muros Reforçados Com Geossintéticos**. 1992. 368 p. Dissertação (Doutoramento em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade do Porto.

MASSAD, F. **Obras de Terra: Curso básico de Geotecnia**. 2.ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

MONTEIRO, A. J. **Comportamento dos Geossintéticos Face a Agentes Presentes em Aterros**. 1998. 168 p. Dissertação (Doutoramento em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade do Porto.

SIEIRA, A. C. C. F.; SAYÃO, A. S. F. J. Ensaios Triaxiais em Solo Reforçado com Geogrelhas. **REVISTA LUSO - BRASILEIRA DE GEOTECNIA**, ABMS/ ABGE/ SPG, n.118, p. 43-64, março 2010.

TERRA ARMADA, Brasil. Acessado em 10 jul. 2018. Disponível em: <<http://www.terraarmada.com.br>>

TERRAE PROJETOS E CONSULTORIA LTDA, Brasil. Acessado em 10 maio 2018. Disponível em: <<https://www.terrae.com.br>>