Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

MODELAGEM DE ESTRUTURA DE CONTENÇÃO EM SOLO REFORÇADO COM GEOGRELHAS[1]

Taila Ester Dos Santos De Souza[2], Carlos Alberto Simões Pires Wayhs[3].

[1] Projeto de Iniciação Científica em parceria com a empresa Maccaferri América Latina.
[2] Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNIJUÍ, s.taila@hotmail.com
[3] Professor Mestre do Curso de Graduação em Engenharia Civil pela UFRGS, Orientador, carlos.wayhs@unijui.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Obras de contenção de taludes são comuns em todo o país, principalmente em regiões de topografia acidentada. Estas estruturas apresentam problemas de instabilidade especialmente nos dias de chuvas intensas, pois ocorre a saturação do solo, fato que pode causar o deslizamento do maciço. Uma das formas utilizadas para solucionar estes problemas geotécnicos consiste em melhorar as características mecânicas dos solos.

Sendo assim, Teixeira (2003) argumenta que a construção de obras de contenção com grandes alturas e elevadas inclinações em locais com solos de baixa capacidade mecânica e de suporte, vem sendo possível devido as técnicas de reforço mais eficientes, entre elas pode-se citar a utilização de elementos de reforço com geossintéticos. Para o autor, os geossintéticos por se tratarem de materiais que possuem suas propriedades mais controladas, podem produzir grandes benefícios às obras geotécnicas, com redução satisfatória de custos, quando aplicados corretamente.

De acordo com Palmeira (1993), o conjunto solo mais reforço, apresenta material menos deformável e mais resistente que o solo natural, melhorando a resistência e reduzindo as deformações de obras como taludes íngremes e estruturas de contenção.

A introdução de elementos resistentes num maciço terroso, não conduz, em geral, a um melhoramento das características próprias do solo, mas sim a um melhoramento do comportamento mecânico global da estrutura, mediante a transferência de esforços do solo para o elemento de reforço (BORGES, 2003). Ehrlich e Becker (2009) ainda complementam que, a associação do solo com os reforços leva o material composto a apresentar melhores características mecânicas. Sendo assim, a função do reforço de acordo com Vertematti (2004), nada mais é do que a utilização da resistência a tração de um geossintético para restringir deformações em estruturas geotécnicas.

Com tudo, Lopes (2001) afirma que o reforço de solos permite que o solo suporte esforços de corte superiores aos que suportaria de outra forma. Em vista disso, pretende-se modelar uma estrutura de contenção de solo reforçado utilizando os parâmetros do solo da cidade de Ijuí/RS, especificamente o solo amplamente estudado do Campus Ijuí da UNIJUÍ – Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, tendo como elemento de reforço as geogrelhas, pois o mesmo oferece boa

resistência a tração, deformabilidade e flexibilidade, além de promover uma adequada interação com o solo. Essa modelagem será realizada com o objetivo de analisar o quanto melhorou a capacidade mecânica do solo, bem como indicar a maior altura e inclinação possível de se atingir.

2. METODOLOGIA

Essa pesquisa pode ser classificada como exploratória, do ponto de vista dos seus objetivos e embasamento teórico/bibliográfico. Considerando os procedimentos técnicos de ensaios e análises experimentais tanto em laboratório como em software, também pode ser classificada como experimental.

A pesquisa bibliográfica é classificada como uma pesquisa exploratória, desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos (GIL, 2008). Para o autor, a pesquisa experimental constitui o delineamento mais prestigiado nos meios científicos. Sendo que este tipo de pesquisa consiste principalmente em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis capazes de influenciá-lo e definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto. Trata-se, portanto, de uma pesquisa em que o pesquisador é um agente ativo, e não um observador passivo.

No trabalho, a metodologia compor-se-á de uma revisão da literatura sobre solos reforçados em taludes com a finalidade de detalhar e aprofundar o tema. Na sequência serão realizados ensaios de caracterização e cisalhamento direto do solo da cidade de Ijuí. Posteriormente será feita a modelagem de uma estrutura de contenção de solo reforçado em software, utilizando os parâmetros de resistência do solo obtidos em laboratório e tendo como reforço as geogrelhas. O objetivo da pesquisa é analisar o comportamento mecânico do solo, bem como a máxima altura e verticalidade que será possível atingir.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma superfície de solo exposta que forma um ângulo com a superfície horizontal é chamada de talude não restrito, o mesmo pode ser natural ou artificial. Se a superfície do solo não for horizontal, a componente da gravidade poderá mover o solo para baixo. Se esta componente for grande o suficiente, pode ocorrer ruptura do talude, visto que a força motriz supera a resistência ao cisalhamento do solo ao longo da superfície de ruptura (DAS, 2007).

Para garantir a estabilidade de taludes íngremes pode-se reforçar o solo compactado com a inserção de materiais resistentes à tração. Esses materiais podem ser rígidos, como as tiras metálicas usadas na técnica de terra armada, ou flexíveis, como os produtos geossintéticos. Dentre esses produtos, tem-se as mantas de geotêxtil e as geogrelhas. Qualquer tendência de movimento do maciço implicará a solicitações dos reforços, via tensões cisalhantes no contato com o solo compactado (MARCHETTI, 2008).

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, na NBR 12553 (ABNT 2003), define geossintéticos como "produtos poliméricos (sintéticos ou naturais), industrializados, desenvolvidos para utilização em obras geotécnicas, desempenhando uma ou mais funções, dentre as quais destacam-se: reforço, filtração, drenagem, proteção, separação, impermeabilização e controle de erosão superficial".

Define-se geogrelhas segundo Vertematti (2004), como elementos de reforço com estrutura em forma de grelha, com função principal de reforço, cujas aberturas se sobrepõem e permitem a interação do meio em que estão confinadas, constituído por elementos resistentes à tração, como pode-se observar na Figura 1. Geralmente as geogrelhas são mais resistentes que os geotêxteis.

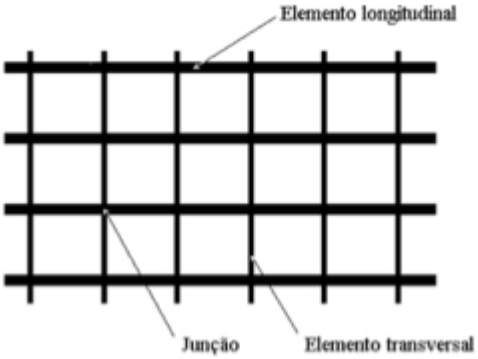

Figura 1: Geogrelha utilizada para reforço de estrutura de contenção

Vertematti (2004) assinala que existem vários tipos de geossintéticos disponíveis para a aplicação como reforços em sistemas de contenção, com particular destaque na utilização de geogrelhas. A escolha de um determinado tipo de reforço em um projeto de sistema de contenção em solo reforçado passa pela análise do desempenho econômico, uma vez que qualquer produto pode ser utilizado, desde que as propriedades mecânicas sejam conhecidas. Contudo, existem algumas características do meio que favorecem determinados tipos de geossintéticos e, por isso, devem ser observados na escolha do reforço a ser adotado, como por exemplo: altura do muro, restrição as deformações e severidade do meio.

Assim, segundo Lopes (2001), quando os geossintéticos desempenham a função de reforço é fundamental que exibam resistência à tração, deformabilidade e flexibilidade adequadas, bem como bom comportamento à fluência, para que sejam garantidas as características principais do comportamento global da estrutura em que se inserem, durante a sua vida útil. Para o autor, é muito importante que a resistência das interfaces solo-reforço seja apropriada, pois é através delas que se desenvolvem as interações necessárias ao funcionamento do conjunto da estrutura.

Conforme Ehrlich e Becker (2009), o conceito estrutural de solo reforçado para estruturas de contenção foi desenvolvido durante a década de 60, na França, por Henry Vidal, que difundiu uma técnica com inclusões metálicas denominada Terra Armada. Consiste em um muro de solo reforçado com fitas metálicas galvanizadas e faceamento de concreto armado cruciforme.

Argumentou ainda Ehrlich e Becker (2009) que o solo apresenta boa resistência a compressão e ao cisalhamento, desde que seja compactado corretamente. Por outro lado, a resistência à tração é baixa ou nula. De modo similar ao que se verifica no concreto armado, a inclusão de reforços supre essa deficiência. Para o autor, a associação do solo com os reforços leva o material composto a apresentar melhores características mecânicas.

Complementa Wheeler (1996) que os solos possuem em geral resistência elevada a esforços de compressão, porém baixa resistência a esforços de tração. Quando uma massa de solo é carregada verticalmente, ela sofre deformações verticais de compressão e deformações laterais de tração. No entanto, se a massa de solo estiver reforçada, os movimentos laterais são limitados pela pouca deformabilidade do reforço. Esta restrição de deformações é obtida devido ao desenvolvimento de esforços de tração no material de reforço. Neste caso, o solo tende a se mover em relação ao reforço provocando tensões cisalhantes na interface solo/reforço. Na Figura 2 pode-se observar o princípio do comportamento do solo reforçado.

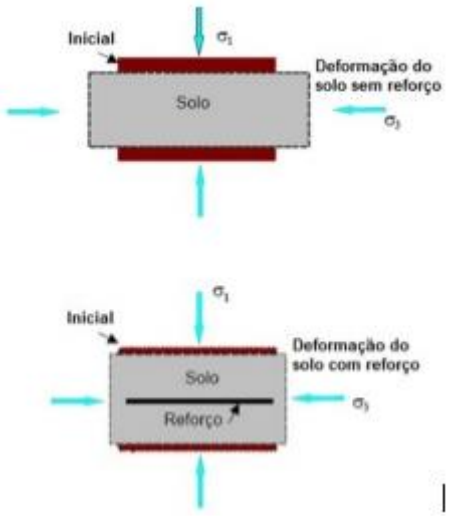

Figura 2: Comportamento do solo reforçado

Estruturas de solo reforçado, de acordo com Ling et al (2005), são referidas como estruturas de solo mecanicamente estabilizadas. O solo é reforçado com materiais leves, flexíveis e que apresentam alta resistência à tração.

Por fim, Christopher e Berg (2001) concluem que, as estruturas de contenção em solos reforçados são soluções econômicas, capazes de apresentar grande tolerância a recalques de fundação, facilidade construtiva e prazo de execução reduzido. Para o autor, pode-se acrescentar, ainda, a vantagem de não exigir mão de obra especializada. Permitem, além disso, a obtenção de taludes de solo estáveis, em posição vertical, e um bom acabamento estético, no caso de uso de sistemas de faceamento adequados, como blocos segmentais ou revegetação do talude.

4. CONCLUSÃO

De acordo com Sieira (2003), com a utilização de reforço, podem ser empregados solos locais, de qualidade inferior, que seriam menos adequados para uma estrutura de contenção convencional. Desta forma, não há necessidade de transportar solos mais adequados para o local da obra, que as vezes, estão localizadas a grandes distâncias, o que pode tornar a alternativa economicamente atraente.

Neste trabalho será modelada uma estrutura de contenção utilizando reforço de geogrelhas, pois este reforço oferece boa resistência a tração, deformabilidade e flexibilidade, além de promover uma adequada interação com o solo. Para Lopes (2001), o reforço de solos funciona como um melhoramento mecânico do solo e permite que o solo suporte esforços de corte superiores aos que suportaria de outra forma.

Desta forma, pode-se construir estruturas de contenção com maiores alturas, maior verticalidade, superior resistência em pouco tempo e com menor custo, visto que pode ser utilizado o solo local, mesmo que este seja de qualidade inferior, não apropriado a tal estrutura.

PALAVRAS CHAVE

Reforço; Geossintéticos; Taludes.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Mestre do Curso de Graduação em Engenharia Civil Carlos Wayhs, pelas orientações e incentivos que foram fundamentais para a elaboração dos artigos científicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 12553 - Geossintéticos – Terminologia. Rio de Janeiro, 2003.

BORGES, J.M.L. Aterro sobre solos moles reforçados com geossintético. Dissertação (Doutorado) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2003.

CHRISTOPHER, B.R., BERG, R.R. Pullout Evaluation of Geosynthetics in Cohesive Soils. Geotextiles, Geomembranes and Related Products, vol. 2. Balkema, Rotterdam/Brookfield, 2001.

DAS, M.B. Fundamentos de Engenharia Geotécnica. Tradução da 6ª ed. norte-americana. São Paulo, 2007.

EHRLICH, M.; BECKER, L. Muros e taludes de solo reforçado. 1ª ed. Editora Oficina de Textos. São Paulo, 2009.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5 ed. São Paulo: Atlas, 175 p., 2008.

KOERNER, R.M. Designing with Geossynthetics. Prentice Hall, New Jersey, 1998.

LING, H.I.; LESHCHINSKY, D. Failure Analysis of Modular-Block Reinforced- Soil Walls during Earthquakes. Journal of Performance of Constructed Facilities, v.19, 2005.

LOPES, C. P. F. C. Estudo da interação solo-geossintético através de ensaios de corte em plano inclinado. Dissertação (Mestrado) - F.E.U.P., Porto, 2001.

MARCHETTI, O. Muros de Arrimo. Editora Blucher. São Paulo, 2008.

PALMEIRA, E. M. Estabilização e Reforço de Aterros sobre Solos Moles Utilizando Geotêxteis. Publicação no GRE – Programa de Pós-graduação em Geotecnia. Universidade de Brasília, 1993.

SIEIRA,A.C.C.F. Estudo Experimental dos Mecanismos de Interação Solo- Geogrelha. Dissertação (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2003.

TEIXEIRA, S.H.C. Estudo da interação solo-geogrelha em teste de arranchamento e a sua aplicação na análise e dimensionamento de maciços reforçados. Dissertação (Doutorado) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

VERTEMATTI, C. Manual Brasileiro de Geossintéticos. 1ª ed. São Paulo, 2004.

WHEELER, S.J. (1996). Inclusion of specific water volume within in elasto-plastic model for unsaturated s