

1. Introdução

1.1. Motivação

Nas últimas décadas, o uso de materiais geossintéticos em obras de Engenharia Civil tem sido freqüente, notadamente na área de geotecnia. Estes materiais são utilizados em sistemas de reforço, controle de erosão, drenagem, reforço de pavimentos, sistemas de impermeabilização, etc. Sua utilização deve-se às seguintes vantagens: confiabilidade técnica, prazos reduzidos e custos competitivos.

Porém, existe uma demanda de melhoria das técnicas de dimensionamento, calçada, sobretudo, na necessidade de uma maior compreensão do comportamento destes materiais quando inseridos na massa de solo, ou seja, das características da interação entre solo e geossintético.

Este mecanismo de interação é complexo, sendo função, basicamente, das propriedades dos materiais utilizados, solo e geossintético, e quantificado em termos de resistência, pelo coeficiente de adesão (a) e pelo ângulo de atrito de interface (ϕ_{sg}).

Usualmente são utilizados ensaios de campo ou de laboratório para a obtenção destes parâmetros. Os ensaios de campo têm a vantagem de representar mais adequadamente os mecanismos de interação, visto que representam melhor a condição de sua aplicação em obras, porém são de difícil execução e onerosos. Já os ensaios de laboratório têm custos mais acessíveis, sendo os mais utilizados. Porém, mostram alguns inconvenientes tais como o tamanho reduzido da amostra e a influência das condições de contorno.

Segundo Palmeira (1987), a escolha do ensaio mais adequado depende do tipo de movimento relativo entre a massa de solo e o geossintético. Se o geossintético permanecer solidário a uma parte do solo envolvente e a resistência for mobilizada pelo deslizamento da massa restante, o ensaio mais adequado é o de cisalhamento direto convencional (Figura 1 - Situação A). No caso de a

superfície hipotética de ruptura interceptar o reforço e o movimento desta superfície for o mobilizador da resistência, o ensaio mais adequado é o de cisalhamento direto convencional com o reforço inclinado (Figura 1 - Situação B). No caso do geossintético se deslocar em relação à massa de solo e a resistência for mobilizada por este movimento, o ensaio mais adequado é o de arrancamento (Figura 1 - Situação C).

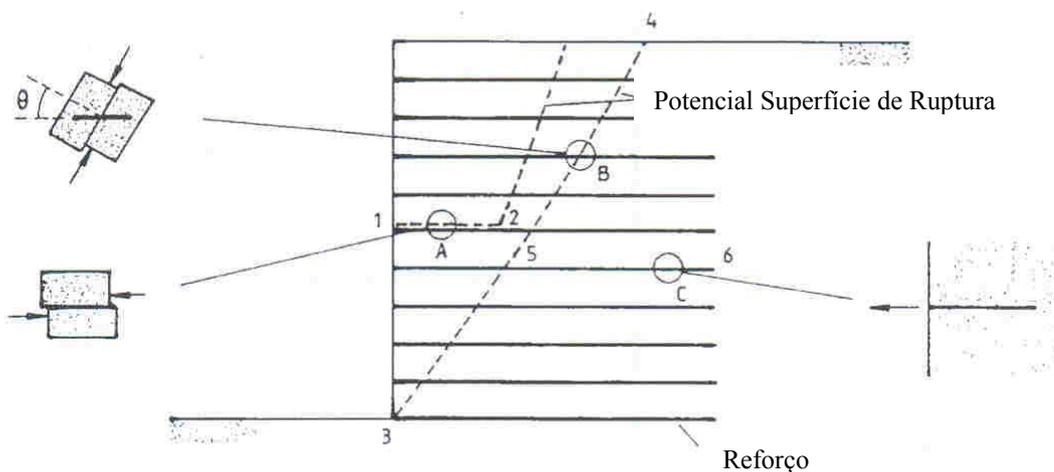


Figura 1 - Modos de interação e movimentos relativos solo-geossintético em um muro de solo reforçado (Palmeira, 1987).

Entretanto, para algumas situações no campo como cobertura de taludes e impermeabilização de barragens de rejeitos (Figura 2), a resistência é mobilizada pelo deslocamento da massa superior de solo em relação ao geossintético, o qual permanece solidário à massa inferior de solo, em plano inclinado. Nestes casos os ensaios mais representativos são os de rampa.

Na literatura é reportada uma série de equipamentos de laboratório capazes de estudar os mecanismos de interação solo-geossintético. Entretanto estes equipamentos são capazes de simular uma ou, no máximo, duas condições de sollicitação. Desta forma, um equipamento capaz de simular os diferentes tipos de sollicitações torna-se vantajoso. Sendo assim, a presente pesquisa se propõe a desenvolver, construir e calibrar um equipamento capaz de realizar os ensaios de cisalhamento direto, cisalhamento direto inclinado e rampa, sob ação de baixas tensões confinantes, e propor configurações para ensaios cisalhamento direto, cisalhamento direto com reforço inclinado e arrancamento, sob ação de médias tensões confinantes.

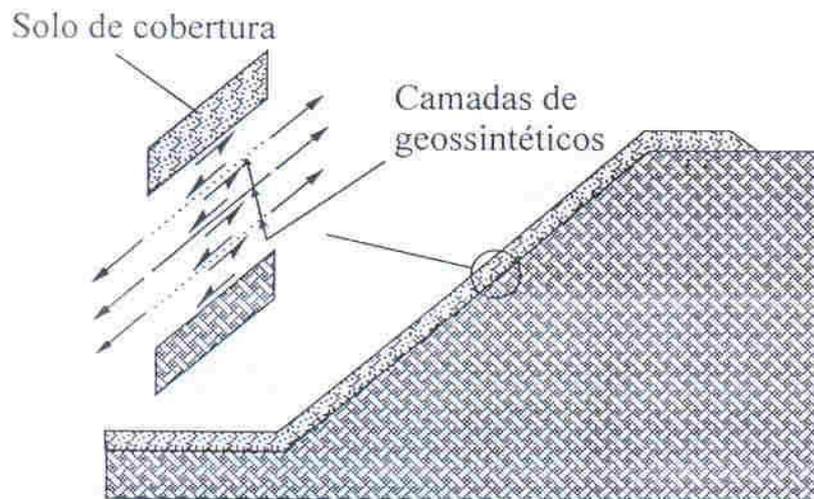


Figura 2 - Sistema de cobertura multicamadas (Melo *et al.* 2003).

1.2. Objetivos

Esta pesquisa teve como objetivo o desenvolvimento de um equipamento capaz de executar ensaios de arrancamento, cisalhamento direto (convencional, inclinado e com o reforço inclinado) e rampa de interfaces solo-geossintéticos utilizando-se uma mesma estrutura de teste.

Nesta pesquisa, priorizou-se a habilitação do equipamento para as configurações de cisalhamento direto, cisalhamento direto inclinado e rampa sob baixas tensões confinantes.

Os ensaios de cisalhamento direto convencional e rampa são ensaios conhecidos, diferentemente do ensaio de cisalhamento direto inclinado. Este ensaio é proposto como uma alternativa ao ensaio de rampa, sendo uma combinação deste com o ensaio de cisalhamento direto convencional. Utiliza-se a designação de cisalhamento direto inclinado por que o ensaio de cisalhamento é realizado sobre a plataforma de ensaios em um ângulo diferente de zero. No decorrer do trabalho vão ser colocadas as vantagens deste novo ensaio.

Desta forma os objetivos da tese são:

- (i) Desenvolvimento de um equipamento de forma a atender às diferentes configurações de ensaios;
- (ii) Calibração do equipamento e análise de seu desempenho por meio de ensaios;
- (iii) Análise da influência das condições de contorno dos ensaios nos resultados de resistência das interfaces;

- (iv) Estudo do comportamento de resistência de interfaces solo-geossintético utilizando-se areia, geogrelha e geomembrana em ensaios de rampa, cisalhamento convencional e inclinado;
- (v) Análise dos fatores de influência da resistência das interfaces tais como granulometria, densidade relativa, tipo de geossintético, tensão confinante e tipo de ensaio utilizado;

1.3.

Escopo da Tese

No presente Capítulo são apresentadas a motivação, os objetivos e a estrutura da tese.

Nos Capítulos 2 e 3 são apresentadas as revisões bibliográficas sobre geossintéticos em obras geotécnicas e ensaios para a avaliação da resistência da interface solo-geossintéticos, respectivamente.

O Capítulo 4 apresenta o equipamento desenvolvido, descrevendo-se a estrutura principal, componentes, configurações de ensaio, testes preliminares e limitações de uso.

No Capítulo 5 são descritos o programa de ensaios, os materiais utilizados na pesquisa, a metodologia de preparação dos corpos de prova, as metodologias de ensaio e análise de resultados.

O Capítulo 6 apresenta o critério de ruptura unificado e discute os resultados obtidos nas campanhas de ensaios para calibração e avaliação de desempenho, incluindo-se a precisão do equipamento e influência das dimensões das caixas de ensaios.

Nos Capítulos 7, 8 e 9 são apresentados os resultados e análises dos ensaios para estudo do comportamento das interfaces solo-geossintético, avaliando-se: influência da densidade relativa, tipo de solo, tipo de geossintético e tensão confinante. Já no Capítulo 10 é feita uma comparação dos resultados obtidos.

O Capítulo 11 apresenta as conclusões da pesquisa e as sugestões para os trabalhos futuros.