

1

Introdução

A Mecânica dos Solos clássica surgiu há mais de 70 anos e foi desenvolvida para a compreensão de problemas de engenharia baseados no conceito de um sistema bifásico solo-água, ou seja, em um estado de completa saturação. Porém, existem muitos materiais na prática da engenharia que não são consistentes com essa mecânica clássica dos solos saturados. Por isso, nas últimas décadas surgiram várias pesquisas com o objetivo de uma melhor compreensão do comportamento dos solos não saturados. Muitas dessas pesquisas têm sido desenvolvidas para estudos em materiais compactados (e.g. Lins, 1991; Teixeira & Vilar, 1997; Vanapalli et al., 1999; Benevelo, 2002; entre outros), porém poucas são destinadas a materiais no seu estado indeformado.

Solos não saturados são predominantes em regiões de clima árido e semi-árido, onde as estações do ano possuem longos períodos de estiagem. Solos residuais e coluvionares tem sido uma grande preocupação nos últimos anos, principalmente em países de clima tropical, como o Brasil. Esses materiais apresentam um comportamento não usual devido à presença de pressão negativa de água nos seus poros. Essas pressões negativas aparecem porque o material naturalmente sofre variações de umidade ao longo do tempo devido principalmente a condições climáticas.

O aparecimento de pressão negativa de água nos poros, conhecida por sucção, causa alteração no comportamento mecânico do material, fazendo com que surja uma nova componente na definição da resistência ao cisalhamento. Essa nova componente, a sucção, provoca um aumento na resistência ao cisalhamento do solo que, mesmo para valores baixos de sucção, poderia ser suficiente para a estabilização de uma encosta não saturada sob a ação de infiltração de água de chuva. A figura 1 exemplifica o fato citado acima através de resultados, obtidos por Ignacius et al. (1991), de análises de estabilidade envolvendo condições de

ruptura rasas (da ordem de 1m de profundidade), planares, em solos não saturados da Serra do Mar, na região de Cubatão, SP.

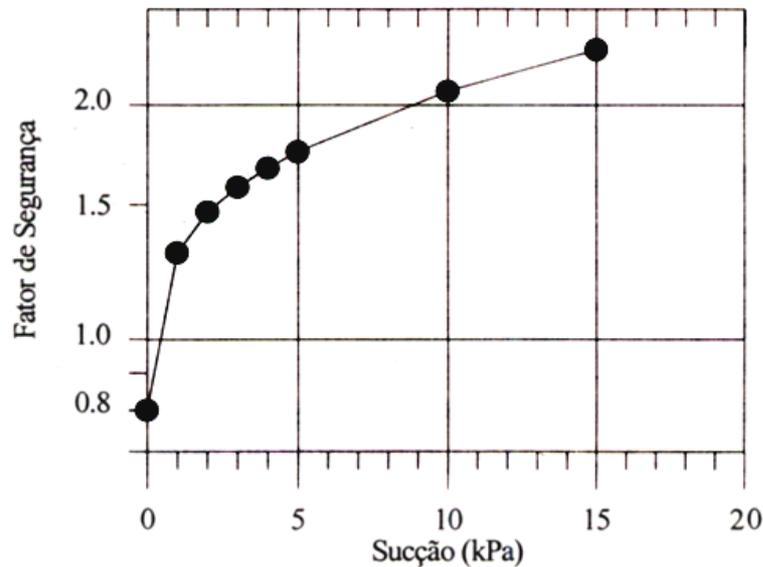


Figura 1: Variação do fator de segurança de uma encosta não saturada com a sucção (Ignacius et al., 1991).

Este trabalho tem por objetivo principal, avançar no estudo da resistência ao cisalhamento de solos tropicais não saturados em seu estado indeformado. Para isso, foi realizada uma série de ensaios buscando avaliar a influência das variáveis de tensão ($\sigma - u_a$) e ($u_a - u_w$) considerando a proposta de Fredlund et al. (1978). Analisando a influência dessas variáveis de tensão, foi possível determinar a superfície tridimensional de ruptura para os níveis de pressões aplicados.

O comportamento de resistência ao cisalhamento em solos não saturados foi verificado através do equipamento de cisalhamento direto com sucção controlada projetado por de Campos (1988) e desenvolvido por Fonseca (1991) e Delgado (1993). Este é um equipamento desenvolvido para o estudo de solos não saturados que utiliza a técnica de translação de eixos desenvolvida por Hilf (1956), onde é aplicada pressão de ar e pressão de água para o controle da sucção mátrica desejada.

Ensaio de compressão diametral foram realizados na tentativa de estabelecer uma relação entre a resistência à tração do solo não saturado com a coesão aparente obtida através dos ensaios com sucção controlada.

Optou-se, neste trabalho, pela utilização de um solo maduro, coluvionar, encontrado no campo experimental II da PUC-Rio. Sua escolha foi feita devido ao grande número de informações existentes na PUC-Rio sobre o mesmo, além de se tratar de um material muito encontrado nas encostas da cidade do Rio de Janeiro.

A apresentação dos resultados deste trabalho foi dividida em 8 capítulos e 3 apêndices, sendo descrito a seguir, resumidamente, o conteúdo de cada deles.

O capítulo 2 tem por objetivo fazer uma revisão dos conceitos que descrevem o comportamento dos solos não saturados com relação à resistência ao cisalhamento, as fases constituintes do solo, ao seu estado tensional, ao potencial de sucção, as técnicas para a determinação dessa sucção e a técnica de translação de eixos.

O capítulo 3 faz uma descrição completa do equipamento utilizado neste trabalho para a determinação da resistência ao cisalhamento do solo não saturado. Será visto em detalhes todos os aspectos relevantes ao equipamento de cisalhamento direto com sucção controlada, bem como suas limitações e dificuldades experimentais.

No capítulo 4 são apresentadas as rotinas e técnicas dos ensaios de cisalhamento direto convencional, de cisalhamento direto com sucção controlada, de compressão diametral e papel filtro, assim como o programa de ensaios.

Constam no capítulo 5 as características físicas, químicas e mineralógicas do solo estudado, a relação sucção-umidade através da curva característica, além de algumas observações sobre a localização, clima, geologia e a geomorfologia do campo experimental II da PUC-Rio.

O capítulo 6 é destinado à apresentação dos resultados obtidos dos ensaios de cisalhamento direto convencional, de cisalhamento direto com sucção controlada e compressão diametral.

No capítulo 7 é feita à interpretação e análise dos resultados obtidos com relação à compressibilidade, resistência ao cisalhamento e resistência à tração do solo estudado.

Por fim, são apresentadas, no capítulo 8, as conclusões, assim como as sugestões e recomendações para futuros estudos seguindo a mesma linha de pesquisa.

Ainda constam neste trabalho os apêndices A, B e C. No apêndice A são apresentadas as calibrações dos instrumentos elétricos de medição do equipamento de cisalhamento direto com sucção controlada e aspectos sobre a saturação do disco cerâmico de alta entrada de valor de ar. Já o apêndice B é destinado à apresentação das curvas obtidas para a determinação da umidade do papel filtro no tempo zero. No apêndice C são apresentadas as metodologias utilizadas na estimativa da velocidade de cisalhamento requerida para se garantir condições drenadas na ruptura nos ensaios de cisalhamento direto executados em amostras não saturadas e submersas.