

6. Conclusões

A dissertação apresenta um estudo sobre o mecanismo de transferência de carga solo/grampo, através de ensaios de campo e de laboratório. Correlações semi-empíricas para se avaliar a resistência na interface solo/grampo são propostas com base nestes ensaios. Foram realizados ensaios de arrancamento no campo para se obter o valor máximo da carga dos grampos e se observar a sua distribuição durante os ensaios. Foram também realizados ensaios especiais de cisalhamento direto em corpos-de-prova contendo uma interface entre o solo e a nata de cimento. Comparando-se os resultados de ensaios de campo e laboratório, é proposta uma metodologia de avaliação da resistência ao arrancamento com base nos parâmetros de resistência do solo.

Os resultados da campanha experimental possibilitaram as seguintes principais conclusões.

1) Em relação aos ensaios de arrancamento dos grampos:

Os *strain gages* são medidores de deformação extremamente sensíveis, e, portanto, a instalação cuidadosa é essencial para garantir o funcionamento ideal destes transdutores. A calibração prévia é recomendada para a interpretação adequada das medidas.

Os ensaios de arrancamento apresentaram um comportamento similar ao longo da encosta em estudo, com ruptura bem definida.

Os grampos instrumentados apresentaram um comportamento típico de distribuição de carga durante os estágios de carregamento (Clouterre, 1991), demonstrando uma maior solicitação nas proximidades da extremidade externa do grampo.

A resistência ao arrancamento depende diretamente das características dos solos que circundam os grampos.

A tensão atuante nos grampos tem influência na resistência ao arrancamento, porém, neste trabalho, não se conseguiu definir como ocorre esta interferência. Acredita-se que estas tensões influenciam na formação do bulbo de rigidez no entorno do grampo gerado pela injeção da nata de cimento.

2) Em relação aos ensaios de cisalhamento direto do solo e da interface solo/nata de cimento:

Os ensaios de cisalhamento dos solos na condição submersa mostram redução significativa do valor da coesão quando comparados aos ensaios na umidade natural. Enquanto que a variação do ângulo de atrito pode ser considerada desprezível.

Os ensaios de cisalhamento direto na condição submersa da interface solo/nata de cimento mostram redução dos parâmetros de resistência quando comparados aos ensaios em condição natural. Isto confirma as expectativas de um decréscimo significativo nos valores da resistência lateral na interface solo/grampo caso ocorra saturação do meio.

Os parâmetros de resistência da interface solo/nata de cimento são função das propriedades dos materiais e da interação entre eles. O coeficiente de interface representa a interação solo/grampo e pode ser determinado através dos resultados dos ensaios de cisalhamento direto da interface solo/nata de cimento. O coeficiente de interface do solo 2 (areia-argilosa) é inferior ao do solo 1 (argila-arenosa) e varia com o aumento da tensão vertical.

3) Em relação à expressão semi-empírica para estimativa da resistência ao arrancamento de grampos em função dos parâmetros de resistência obtidos em laboratório:

A expressão semi-empírica para estimativa da resistência ao arrancamento sugerida nesta dissertação apresentou resultados extremamente satisfatórios para os solos residuais de gnaiss estudados.

A expressão semi-empírica de resistência ao arrancamento, quando empregada para casos da literatura, mostra uma pequena discrepância, justificada pela utilização de coeficientes de interface obtidos para os solos desta pesquisa, que não representam exatamente a interação solo/grampo dos casos selecionados. No entanto, na maioria dos casos, esta discrepância é menor que a incerteza dos parâmetros.

A sucção pode influenciar a resistência ao arrancamento do grampo, porém, a determinação deste efeito é complexa. A equalização da sucção na interface solo/grampo parece ocorrer após 60 dias de cura. Desta forma, a influência da sucção em ensaios de arrancamento com curtos períodos de cura deve ser desprezível. Em obras grampeadas, possivelmente não deve ocorrer equalização da sucção na interface solo/grampo nas 6 fases de escavação subseqüentes à instalação dos grampos.

Esta dissertação procurou estabelecer uma relação semi-empírica para estimativa da resistência ao arrancamento de grampos em função dos parâmetros de resistência do solo e da interface solo/nata de cimento. Apesar da quantidade limitada de ensaios de arrancamento desta pesquisa e da literatura, a relação proposta parece ser uma contribuição de grande utilidade prática para projetistas de obras grampeadas em solos residuais de gnaiss.

Entretanto é importante ressaltar que a utilização de qualquer relação para se avaliar a resistência lateral em grampos na fase de projetos não deve substituir a execução direta de ensaios de arrancamento no local da obra.

Durante a execução deste trabalho surgiram alguns questionamentos e sugestões que poderiam ser considerados e aprofundados em pesquisas futuras, tais como:

- 1) Avaliar o desempenho da relação proposta para a estimativa da resistência ao arrancamento de grampos em solos diversos, incluindo-se uma campanha de ensaios de cisalhamento direto nas interfaces solo/nata de cimento;

- 2) Avaliar numericamente os mecanismos de transferência de carga em interfaces solo/grampo durante a execução dos ensaios de arrancamento;

- 3) Estudar os mecanismos de transferência de carga em grampos através de ensaios de arrancamento em escala reduzida, sob diferentes níveis de confinamento;

- 4) Avaliar o fluxo da nata de cimento no interior do maciço terroso durante o processo de injeção dos grampos.