

1 Introdução

A fundação em estaca é uma das alternativas mais antigas de suporte de estruturas, mas seu projeto ainda é um desafio para a engenharia geotécnica sendo muito baseado em princípios empíricos. As estacas são elementos esbeltos de grande comprimento relativo (L/d), geralmente utilizadas quando os solos que compõem as camadas mais superficiais do terreno não são suficientemente resistentes para suportar as cargas da superestrutura. Estes elementos são então capazes de transmiti-las para as camadas resistentes mais profundas, parte por atrito lateral solo-estaca, parte pela resistência de ponta.

Os métodos utilizados convencionalmente para a análise da capacidade de suporte de fundações profundas consideram soma de duas parcelas de resistência, a resistência de ponta (R_p) e a resistência lateral (R_L). Assim, uma estaca submetida a um carregamento vertical irá resistir a essa sollicitação parcialmente pelas tensões cisalhantes mobilizadas ao longo de seu fuste e parcialmente pelas tensões normais desenvolvidas na sua ponta. Para a situação de ruptura, a seguinte equação pode ser escrita,

$$Q_{ult} = R_p + R_L = r_p \cdot A_p + r_L \cdot A_L \quad (1.1)$$

onde

r_p é a tensão normal na base da estaca;

A_p é a área da base da estaca;

r_L é a resistência lateral por unidade de área;

A_L é a área lateral da estaca.

Naturalmente, estas duas parcelas de resistência não são completamente independentes e interagem entre si. A transferência da carga aplicada no topo da estaca para o solo circundante é um fenômeno que depende de diversos fatores,

dentre eles o tipo de solo, o estado de tensão inicial, as características de resistência e deformação dos solos que compõem o maciço, o método de instalação da estaca, a geometria da estaca e seu material constituinte, tempo decorrente entre a instalação da estaca e sua solicitação, intensidade da carga, direção e velocidade de aplicação, dentre outros.

A capacidade de suporte pode ser estimada através de métodos teóricos e semi-empíricos. Para aplicação de um método teórico é necessário o conhecimento mais detalhado da geometria do problema, das propriedades tensão x deformação x resistência dos solos, das características da interface solo-estaca, etc., enquanto que para métodos empíricos e semi-empíricos a aplicação é geralmente feita com base em resultados de ensaios de campo.

As formulações semi-empíricas são as mais usuais na prática da engenharia para o cálculo da capacidade de suporte de estacas visto que métodos teóricos, à exceção de grandes projetos, têm sua aplicabilidade ainda restrita pelos seguintes fatores principais: impossibilidade prática de se conhecer o estado inicial de tensões no maciço de solo com exatidão, bem como as condições de drenagem que definirão o comportamento mecânico de cada uma das camadas que compõem o substrato atravessado pela estaca e do solo profundo na qual se apoiará; dificuldade em se determinar com precisão as características de deformabilidade e de resistência ao cisalhamento dos solos na proximidade imediata da estaca, devido à perturbação sofrida pela instalação da mesma; influência do método executivo de instalação das estacas; heterogeneidade e anisotropia do subsolo, etc.

Na prática brasileira, os projetos de fundações são elaborados freqüentemente com base em resultados de ensaio SPT, sendo os dois métodos mais utilizados para a obtenção da capacidade de suporte de estacas os métodos propostos por Aoki e Velloso (1975), Décourt e Quaresma (1978, 1982) e Velloso (1981).

O objetivo deste trabalho consiste em comparar algumas das metodologias correntemente utilizadas na previsão da capacidade de suporte de estacas sob carregamento axial com as previsões obtidas em análises teóricas pelo método dos elementos finitos, através da utilização do programa Plaxis v.8. Para o cumprimento de tal objetivo, resultados de provas de carga estáticas realizadas nas universidades de Campinas (Unicamp) e de Brasília (UnB) foram interpretadas.

O capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica dos principais métodos para estimativa da capacidade de suporte de estacas, incluindo métodos baseados na extrapolação da curva carga vs recalque, métodos semi-empíricos que utilizam resultados de ensaios SPT e CPT e métodos teóricos.

O capítulo 3 apresenta informações relativas às provas de carga utilizadas nesta dissertação, executadas no Campo Experimental de Geotecnia da UnB e Campo Experimental de Mecânica dos Solos da Unicamp. Além da descrição das estacas e perfis geológicos, são também listadas as propriedades dos diferentes materiais e apresentadas as curvas carga x recalque medidas nos ensaios de campo.

No capítulo 4 é feita a previsão da capacidade de suporte de estacas escavadas de concreto com base no método dos elementos finitos e em alguns dos métodos empíricos descritos no capítulo 2 e habitualmente usados na prática da engenharia de fundações.

Reserva-se o capítulo 5 para apresentar as conclusões gerais do trabalho e sugerir tópicos para pesquisas futuras dentro da linha desenvolvida nesta dissertação.