

# ANÁLISE DA CAPACIDADE DE CARGA DE ESTACA PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO, CRAVADA EM SOLO RESIDUAL DA REGIÃO DE CAMPINAS/SP <sup>(1)</sup>

Paulo José Rocha de ALBUQUERQUE <sup>(2)</sup>, David de CARVALHO <sup>(3)</sup>

**RESUMO:** Neste trabalho é apresentado o resultado de uma prova de carga estática, em estaca pré-moldada de concreto (L=14,0m e  $\phi=0,18m$ ), cravada na Faculdade de Engenharia Agrícola-UNICAMP, Campinas-SP, em local cujo subsolo é constituído de solo residual de diabásio, comum a esta região. O valor de carga de ruptura, foi comparado com os resultados obtidos na aplicação das fórmulas de previsão de capacidade de carga.

**PALAVRAS-CHAVE:** fundação, prova de carga, previsão de carga de ruptura

**ABSTRACT:** The results of a static load test, are presented in this paper carried out in precast concret pile (L=14,0m and  $\phi=0,18m$ ), driven in Faculdade de Engenharia Agrícola-UNICAMP, Campinas-SP. The subsoil in the place is constituted by residual diabasic soil. The ultimate load obtained is compared with ultimate load obtained by means of empirical methods.

**KEYWORDS:** foudation, load test, ultimate load estimation

**INTRODUÇÃO:** Em obras de pequeno porte, é comum o uso de estacas pré-moldadas de concreto em suas fundações, principalmente quando o nível d'água subterrânea encontra-se elevado, tornando assim impossível a utilização de estacas moldadas "in-loco" mais comumente utilizadas. O comprimento daquelas estacas varia de acordo com o fabricante e necessidade da obra, atingindo geralmente valores máximos de 12 metros e diâmetros entre 0,15 e 0,50m. Ao estimar a carga de ruptura de uma fundação, o meio técnico muito tem utilizado fórmulas empíricas e semi-empíricas de previsão. Para usá-las são necessários resultados de ensaios de campo como: SPT (Sondagem de Simples Reconhecimento) ou CPT (Sondagem de Penetração Estática). Serão apresentadas neste trabalho as fórmulas de previsão de carga de ruptura, as quais serão aplicadas à previsão do comportamento da estaca submetida ao esforço de compressão. Os valores estimados serão comparados ao valor real obtido na prova de carga. O subsolo do local é comum à região de Campinas e outras regiões do Brasil.

**MATERIAL E MÉTODOS:** As estacas foram ensaiadas em área reservada da Faculdade de Engenharia Agrícola-UNICAMP, em Campinas-SP. O subsolo do local é caracterizado por dois tipos de solo: argila silto-arenosa (0 a 6m) e silte argilo-arenoso (6 a 18m). Apresenta-se no Quadro 1 os valores dos ensaios de campo. A estaca possui 14m de

---

<sup>(1)</sup> Parte da dissertação de mestrado apresentada pelo primeiro autor à FEAGRI-UNICAMP.

<sup>(2)</sup> Eng. M.Sc. em Construções Rurais. DCONRU/FEAGRI/UNICAMP. Cx. Postal 6011 - CEP: 13083-970 - Campinas/SP. E-mail rocha@lexxa.com.br

<sup>(3)</sup> Prof. Assist. Dr./DCONRU/FEAGRI/UNICAMP. E-mail david@agr.unicamp.br

comprimento, sendo o primeiro segmento de 6m, e o segundo com 8m, emendado através de anel metálico unido por cordão de solda. A secção é circular, possuindo 0,18m de diâmetro nominal. O concreto utilizado possui  $f_{ck} \geq 35\text{MPa}$  e aço  $f_{yk} = 1500\text{MPa}$ . O sistema de cravação utilizado constituiu-se de martelo de queda livre, com pilão de 1650kg de massa, caindo de uma altura aproximada de 0,5m. Foi realizada uma prova de carga estática, com carregamentos em estágio sucessivos de 40kN de incremento, até que se atingisse a ruptura da ligação estaca-solo. Seguiram-se as prescrições estabelecidas pelo MB-3472/91, adotando-se o carregamento lento (SML). O descarregamento foi feito em estágios, com reduções de carga iguais a 25% da carga total atingida no ensaio. Os seguintes métodos de previsão foram utilizados: AOKI-VELLOSO (1975), PEDRO PAULO VELLOSO (1981), DECOURT-QUARESMA (1978), PHILIPPONAT (1978) e MEYERHOF (1978).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Através da prova de carga estática obteve-se o valor da carga de ruptura e o recalque correspondente, que são respectivamente 262kN e 54,13mm. No Quadro 2, pode-se observar os resultados obtidos na aplicação dos métodos de previsão mencionados. Comparando-se o resultado da prova de carga com os obtidos através dos métodos de previsão, verificou-se que o método de AOKI-VELLOSO (1975) apresentou um valor de carga de ruptura 50% inferior; o de PEDRO PAULO VELLOSO (1981), 534% superior; DECOURT-QUARESMA (1978), 2% superior; PHILIPPONAT (1978), 626% superior e MEYERHOF (1978), 56% inferior.

**CONCLUSÕES:** O método de DECOURT-QUARESMA (1978) apresentou o melhor resultado; os outros métodos não apresentaram tal precisão, chegando a valores 600% acima e 50% abaixo da carga de ruptura obtida. A grande disparidade de resultados é indicativo do cuidado que se deve tomar na utilização destes métodos, havendo então a necessidade de adaptá-los aos diferentes tipos de solo.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

ALBUQUERQUE, P.J.R. **Análise do comportamento de estaca pré-moldada de pequeno diâmetro, instrumentada, em solo residual de diabásio da região de Campinas.** Campinas-SP, FEAGRI-UNICAMP, 1996. 154p. Dissertação de Mestrado.

AOKI, N. & VELLOSO, D. **Um método aproximado para estimativa da capacidade de carga em estacas.** In: Congresso Panamericano de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, V, 1975, Buenos Aires, Anais, p.367-376.

DECOURT, L. & QUARESMA, A. R. **Capacidade de carga de estacas a partir de valores SPT.** In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, VI, 1978, Rio de Janeiro, Anais, v.1, p.45-53.

MEYERHOF, G.G. **Bearing capacity and settlement of pile foundation.** Journal of the soils mechanics and foundation division. ASCE, 99(3), p.197-228.1976.

PHILIPPONAT, G. **Méthode pratique de calcul des pieux à l'aide du pénétromètre statique.** Informations techniques bulletin, Paris, Soletanche Enterprise, 21p. 1978.

VELLOSO, P. P. **Considerações sobre a estimativa da capacidade de suporte e dos deslocamentos vertical e horizontal das estacas.** Brasília-DF, Universidade de Brasília. 1981.

QUADRO 1 - Resultados médios de ensaios de campo. (Fonte: ALBUQUERQUE, 1996)

ENSAIO	1ª CAMADA	2ª CAMADA
SPT	3,0	7,3
Resistência de Ponta ( $q_c$ )	921 kPa	2474 kPa
Atrito Lateral ( $f_c$ )	44 kPa	214 kPa

QUADRO 2 - Valores obtidos da utilização dos métodos.

MÉTODO	$Q_u$ (kN)
AOKI-VELLOSO (1975)	130
PEDRO PAULO VELLOSO (1981)	1153
DECOURT-QUARESMA (1978)	267
PHILIPPONAT (1978)	1396
MEYERHOF (1976)	148

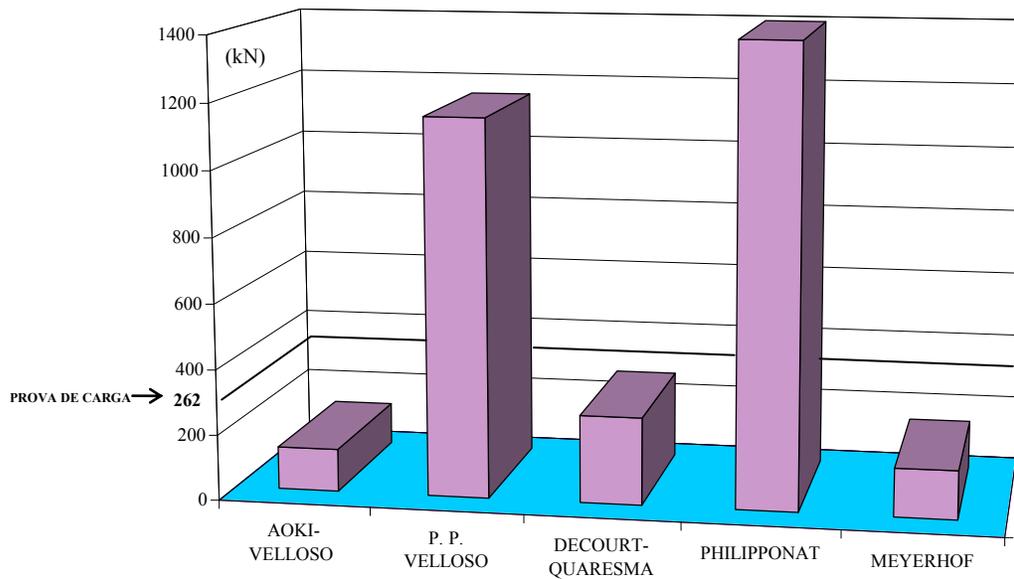


FIGURA 1 - Variação dos valores obtidos através dos métodos.