

XXII Encontro de Iniciação à Pesquisa

Universidade de Fortaleza
17 à 21 de Outubro de 2016

Estudo da Aplicação do Método de Gotlieb em Subsolo de Fortaleza Giullia

Carolina de Melo Mendes^{1*} (IC), Samuel Castro Prado² (IC), Érica Soares Feitosa³ (IC), Marcos Fábio Porto de Aguiar⁴ (PQ).

1. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Engenharia Civil

2. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – PIBITI/CNPQ

3. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Engenharia Civil

4. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Engenharia Civil.

giucmendes@gmail.com

Palavras-chave: Sondagem à Percussão. Capacidade de Carga. Estaca. Gotlieb. Hélice Contínua.

Resumo

Atualmente, o uso de sondagem à percussão do tipo SPT como método de investigação do subsolo é amplamente utilizado no Brasil. Vários pesquisadores brasileiros propuseram métodos visando relacionar a determinação da capacidade de carga de estacas com índice de resistência à penetração do ensaio SPT (N_{SPT}). Dentre eles, vale ressaltar os métodos clássicos como Aoki-Velloso (1975), Décourt-Quaresma (1978) e Teixeira (1996), bem como o método de Gotlieb et al. (2000) e de Gotlieb et al. (2000) adaptado por Magalhães (2005). O presente artigo visa comparar a utilização dos métodos citados com os métodos de Gotlieb (2000) e Gotlieb adaptado (2005), que tem aplicação para estacas do tipo hélice contínua. Para o presente estudo, foram realizados três furos de sondagem no campo experimental da UNIFOR e aplicados a planilhas de cálculo dos respectivos métodos, considerando uma estaca do tipo hélice contínua de 6 metros de profundidade. Os resultados de capacidade de carga apresentados pelos métodos estudados foram maiores que os resultados dos métodos de Aoki-Velloso (1975), Teixeira (1996) e principalmente ao de Décourt-Quaresma (1978), aumentando assim, a importância do estudo de sua aplicação em mais casos.

Introdução

No Brasil, o principal ensaio utilizado para estudos da resistência do solo é o ensaio à percussão SPT, “Standard Penetration Test” (CINTRA, 2013), que tem como finalidade determinar as camadas de solo em suas respectivas profundidades, a posição do nível d’água e os índices de resistência à penetração (N_{SPT}) a cada metro (ABNT, 2001). Com a necessidade de relacionar o índice de resistência à penetração (N_{SPT}) com o dimensionamento de estacas em fundações profundas, muitos pesquisadores desenvolveram métodos semi empíricos de determinação de capacidade de carga. Entre eles, podem ser citados os métodos de Aoki-Velloso (1975), Décourt-Quaresma (1978), Teixeira (1996) e Gotlieb (2000).

Aoki-Velloso (1975)

Inicialmente, foi proposta um estudo que correlaciona a capacidade de carga com o ensaio CPT. Porém, como esse ensaio é pouco empregado no Brasil, posteriormente, foi ajustado para o uso do SPT, resultando na seguinte expressão:

$$R = \frac{kN_p}{F_1} \cdot A_p + \frac{U}{F_2} \cdot \sum_i^n (\alpha \cdot k \cdot N_L \cdot \Delta L) \quad (1)$$

Onde: R: Capacidade de carga; K: Coeficiente dependente do tipo de solo; N_p : valor do N_{SPT} na cota de apoio da ponta; F_1 e F_2 : fatores de correção; A_p : área da seção transversal do fuste; U: perímetro da

seção transversal do fuste; α : coeficiente dependente do tipo de solo; N_L : valor do N_{SPT} médio referente ao ΔL ; ΔL : altura da camada por tipo de solo.

Décourt-Quaresma (1978)

Inicialmente, foi proposto apenas para estacas de deslocamento ou escavadas, e em seguida, adaptado para outros tipos de estacas. É um método dependente do N_{SPT} e de coeficientes determinados a partir de estudos comparativos de sondagens SPT-T (sondagem a percussão com medição de torque) com provas de carga. É dado por:

$$R = \alpha \cdot C \cdot N_p \cdot A_p + \beta \cdot 10 \cdot \left(\frac{N_L}{3} + 1 \right) \cdot U \cdot \Delta L \quad (2)$$

Onde: R: capacidade de carga; α e β : coeficientes dependentes do tipo de estaca; C: coeficiente característico do solo; N_p : valor do N_{SPT} médio na cota de apoio da ponta, o imediatamente anterior e o imediatamente posterior; A_p : área da seção transversal do fuste; N_L : valor do N_{SPT} médio ao longo do fuste da estaca; U: perímetro do fuste; ΔL : altura da camada por tipo de solo.

Teixeira (1996)

O método de Teixeira propõe uma equação unificada aos métodos de Aoki-Velloso (1975) e Décourt-Quaresma (1978), utilizando-se dos parâmetros α e β , conforme a expressão a seguir:

$$R = \alpha \cdot N_p \cdot A_p + \beta \cdot N_L \cdot U \cdot \Delta L \quad (3)$$

Onde: R: capacidade de carga da estaca; α : parâmetro em função do solo e do tipo de estaca; N_p : valor médio do N_{SPT} medido no intervalo de 4 diâmetros acima da ponta da estaca e 1 diâmetro abaixo; A_p : área da seção transversal da estaca; β : parâmetro dependente do tipo de estaca; N_L : valor médio do N_{SPT} ao longo do fuste da estaca; U: perímetro da estaca; ΔL : altura da camada por tipo de solo.

Deve ser levado em consideração, que o método não pode ser aplicado a casos de estaca pré-moldada de concreto flutuante em espessas camadas de argila mole sensíveis, com N_{SPT} inferior a 3.

Gotlieb et al. (2000)

O método de Gotlieb et al. (2000), foi desenvolvido a partir de dados recolhidos e analisados por Penna et al. (1999), estimando a tensão admissível a ser aplicada na estaca do tipo hélice contínua. Esta tensão admissível é dada pela seguinte expressão:

$$\sigma_t = (SPT_{\text{Médio da Ponta}} \cdot 60) + \left(\frac{\Sigma SPT}{0,125 \cdot D} \right) \quad (4)$$

Onde: σ_t : tensão admissível a ser aplicada no topo da estaca (em kN/m^2); $SPT_{\text{médio da ponta}}$: média dos valores de N_{SPT} obtidos no trecho compreendido por 8 diâmetros da ponta da estaca para cima, e 3 diâmetros da ponta da estaca para baixo; ΣSPT : somatório dos N_{SPT} compreendidos ao longo do comprimento da estaca (para N_{SPT} superiores a 50, deverá ser adotado 50 golpes); D: diâmetro da seção transversal do fuste.

Dessa forma, o resultado da capacidade de carga será dado por:

$$R = A_p \cdot (SPT_{\text{Médio da Ponta}} \cdot 60) + \left(\frac{\Sigma SPT}{0,125 \cdot D} \right) \quad (5)$$

Onde: A_p : área da seção transversal do fuste da estaca.

O valor máximo a ser adotado para a tensão admissível, é de 5000kN/m² para sua utilização em projeto.

Gotlieb et al. (2000) adaptado por Magalhães (2005)

Com o intuito de determinar diretamente o valor da carga última pelo método de Gotlieb et al., Magalhães (2005) propôs um ajuste na parcela de contribuição da carga de ponta, que se mostrou favorável ao caso de estudo do mesmo. O método tornou-se então, a seguinte expressão:

$$Q_{ult} = 2.A_p.(SPT_{Médio da Ponta}.50) + \left(\frac{4.\Sigma SPT}{0,5.D} \right) \quad (6)$$

Onde: Q_{ult} : carga última da estaca; A_p : área da seção transversal do fuste da estaca.

Dessa forma, a expressão que determina a capacidade de carga é dada por:

$$R = A_p.(SPT_{Médio da Ponta}.50) + \left(\frac{4.\Sigma SPT}{0,5.D} \right) \quad (7)$$

Onde: R: capacidade de carga da estaca.

Metodologia

Foram realizadas três sondagens do tipo SPT no campo experimental da UNIFOR, para a comparação da utilização dos métodos de Aoki-Velloso (1975), Décourt-Quaresma (1978) e Teixeira (1996) com o método proposto por Gotlieb et al. (2000), e pelo método Gotlieb et al. (2000) adaptado por Magalhães (2005) na determinação da capacidade de carga de uma estaca do tipo hélice contínua de 6 metros de profundidade.

Resultados e Discussão

A estaca adotada foi do tipo hélice contínua, com diâmetro de 40 cm e profundidade de 6 m, para efeito de cálculo. Os valores de capacidade de carga em função de cada método e sondagens estão dispostos na Tabela 01.

Tabela 01: Valores das capacidades de carga (tf) obtidos.

Método	Capacidade de Carga (tf)			Média (tf)
	E01			
	SP-1	SP-2	SP-3	
Aoki-Velloso (1975)	27,70	26,60	20,10	24,80
Décourt-Quaresma (1978)	35,80	31,80	30,00	32,53
Teixeira (1996)	33,10	25,10	23,80	27,33
Gotlieb et al. (2000)	61,42	60,51	74,84	65,59
Gotlieb et al. Adaptado	51,37	50,59	62,53	54,83

Conclusão

Observa-se que o método de Gotlieb et al. (2000) e o método de Gotlieb et al. (2000) adaptado por Magalhães (2005) apresentaram resultados altos de capacidade de carga quando comparados com os resultados apresentados nos métodos de Aoki-Velloso (1975), Décourt-Quaresma (1978) e Teixeira (1996). Gotlieb et al. (2000) e Gotlieb et al. (2000) adaptado Magalhães (2005) se aproximaram mais da estimativa calculada pelo método de Décourt-Quaresma (1978).

Recomenda-se o estudo de aplicação do método de Gotlieb et al. (2000) e Gotlieb et al. (2000) adaptado por Magalhães (2005) para mais estudos de casos, a fim de obter-se mais dados relacionados a esse método.

Referências

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 6484, **Solo – Sondagem de simples reconhecimento com SPT – Método de Ensaio**, 2001.
- AOKI, N. & VELLOSO, D.A., **An approximate method to estimate the bearing capacity of piles**. V Panamerican Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Buenos Aires, Argentina, 1: 367 – 376, 1975.
- CINTRA, J. C., AOKI, N., ALBIERO, J. H., **Fundações – Ensaio estáticos e dinâmicos**, São Paulo-SP, Editora Oficina de Textos, 2013.
- DÉCOURT, L. & QUARESMA FILHO, A.R., **Capacidade de carga de estacas a partir de valores de SPT**. VI Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, ABMS, 1: p. 45 – 53, 1978.
- GOTLIEB, M., PENNA, A.S.D., ROMAN JR., R., RODRIGUES, L.H.B., **Um método simples para a avaliação da tensão admissível no topo de estacas tipo hélice contínua**. In: Seminário de Engenharia de Fundações Especiais, 4, São Paulo-SP, Anais... SEFE IV. São Paulo: ABEF/ABMS, v. 1, p: 312 – 319, 2000.
- MAGALHÃES, P.H.L., **Avaliação dos métodos de capacidade de carga e recalque de estacas hélice contínua via provas de carga**, dissertação de mestrado em geotecnia, Brasília-DF, 2005.
- PENNA, A.S.D., CAPUTO, A.N., MAIA, C.M., PALERMO, G., GOTLIEB, M., PARAISO, S.C., & ALONSO, U.R., **Estaca hélice contínua: experiência atual**, ABMSABEF editores, São Paulo, 1999.
- TEIXEIRA, A. H., **Projeto e execução de fundações**. In: Anais do SEFE. São Paulo: [s.n.], v. 1, 1996.

Agradecimento

Agradece-se ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa do autor².