

**NOME DO ARTIGO**

**COMPRIMENTOS ADEQUADOS PARA AS ESTACAS TIPO  
“HÉLICE-CONTÍNUA”**

**AUTORES:**

Eng. Mauri Gotlieb e Eng. Rubens Romano Júnior  
MG&A Engenheiros Associados S/C Ltda  
Rua Natingui, 1053 - São Paulo/SP - CEP 05443-002  
Telefones: (11) 3813-4923 ou 3813-4867  
E-mail: mgasolos@uol.com.br

Dr. Antônio Sérgio Damasco Penna e Eng. Luis Homero Bonini  
Rodrigues  
Damasco Penna Engenheiros Associados S/C Ltda  
Al. Rio Negro, 1105 - 1º andar - cj. 11 - Alphaville - Barueri/SP - CEP  
06454-000  
Telefone: (11) 4195-8385  
E-mail: damasco@damascopenna.com.br

## **1. TÍTULO**

Comprimentos adequados para as estacas tipo “hélice-contínua”

## **2. TEMA DE ENQUADRAMENTO NO CONGRESSO**

Fundações: a prática e a evolução teórica

## **3. NOMES DOS AUTORES**

- Eng. Mauri Gotlieb  
MG&A Engenheiros Associados S/C Ltda  
Fundação Armando Álvares Penteado
- Dr. Antônio Sérgio Damasco Penna  
Damasco Penna Engenheiros Associados S/C Ltda  
Universidade Mackenzie
- Eng. Luis Homero Bonini Rodrigues  
Damasco Penna Engenheiros Associados S/C Ltda
- Eng. Rubens Romano Júnior  
MG&A Engenheiros Associados S/C Ltda

## **COMPRIMENTOS ADEQUADOS PARA AS ESTACAS TIPO** **“HÉLICE-CONTÍNUA”**

Eng. Mauri Gotlieb  
MG&A Engenheiros Associados S/C Ltda  
Fundação Armando Álvares Penteado

Dr. Antônio Sérgio Damasco Penna  
Damasco Penna Engenheiros Associados S/C Ltda  
Universidade Mackenzie

Eng. Luis Homero Bonini Rodrigues  
Damasco Penna Engenheiros Associados S/C Ltda

Eng. Rubens Romano Júnior  
MG&A Engenheiros Associados S/C Ltda

### **RESUMO**

A partir da sistemática de cálculo da tensão admissível a ser aplicada no topo de uma estaca tipo hélice-contínua, proposta pelos mesmos autores, em estudo anterior (Gotlieb, 2000), foi desenvolvida uma análise de confirmação de validade dessa técnica, baseada em um conjunto de 99 (noventa e nove) provas de carga estáticas.

A segurança de uso do processo, foi confirmada com esse expressivo grupo de provas de carga, a partir dos recalques lidos, nos carregamentos correspondentes, respectivamente, à tensão admissível estabelecida pelo processo e ao dobro desse valor.

### **INTRODUÇÃO**

Com o desenvolvimento dos estudos do comportamento “carga versus recalque”, observados em provas de carga estáticas, realizadas em estacas tipo hélice-contínua, foi possível reunir, um grupo de 99 (noventa e nove) provas de carga estáticas (Alonso, 2000).

Esse grande volume de dados, permitiu aos autores, desenvolver uma análise de verificação da adequação e validade do processo de fixação dos comprimentos dessas estacas.

## DESCRIÇÕES DAS PROVAS DE CARGA ANALISADAS

As noventa e nove provas de carga realizadas em estacas tipo hélice-contínua e utilizadas no presente trabalho, são de compressão axial e carregamento estático.

Nas proximidades de todas essas provas de carga estão disponíveis sondagens à percussão, com determinação de “SPT”.

Os diâmetros e comprimentos das estacas ensaiadas, estão relacionados na tabela 1.

Conforme se observa, as estacas apresentam diâmetros compreendidos entre 35 e 80 cm, com maior predominância na faixa de 50 cm a 70 cm.

Com relação aos comprimentos, os valores variam entre 6,00 m e 26,00 m, com maior predominância na faixa entre 10 m e 20 m.

Na maior parte das provas analisadas, o carregamento aplicado não permitiu imprimir às estacas, deslocamentos expressivos, que pudessem configurar a ocorrência do limite de resistência da ligação entre a estaca e o solo.

## DESCRIÇÃO DO MÉTODO

O método desenvolvido pelos autores (Gotlieb, 2000), considera a seguinte rotina de cálculo:

- a **tensão admissível a ser aplicada ao topo da estaca ( $\sigma_T$ )** é a soma das parcelas da tensão admissível na ponta da estaca ( $\sigma_P$ ) e da tensão admissível “equivalente” da superfície lateral ( $\sigma_{eq.L}$ );

$$\sigma_T = \sigma_P + \sigma_{eq.L}$$

- a **tensão admissível “equivalente” da superfície lateral da estaca**, corresponde à força admissível relativa ao contato lateral da estaca com o solo, dividida pela área da seção transversal da estaca (área de concreto) ( $A_c$ );

$$\sigma_{eq.L} = \frac{\sigma_L \times A_L}{A_c}$$

- onde  $(\sigma_L)$  é a tensão admissível na superfície lateral e  $(A_L)$  é a área lateral da estaca (perímetro multiplicado pelo comprimento);
- para a avaliação da **tensão admissível na ponta da estaca ( $\sigma_P$ )** para qualquer que seja o tipo de solo, a recomendação dos autores compreende admitir:

$$\sigma_P = (\text{SPT}_{\text{médio da ponta}} \times 60) \text{KN/m}^2$$

- nesta expressão os valores de SPT superiores a 50 golpes deverão ser limitados a 50;
- o valor “**SPT médio da ponta**” deve ser considerado como a média dos valores obtidos no trecho compreendido por 8 diâmetros da estaca, da ponta para cima e por 3 diâmetros da estaca, da ponta para baixo;
- para a avaliação da tensão admissível na superfície lateral da estaca ( $\sigma_L$ ), a recomendação dos autores compreende admitir:

$$\sigma_L = \frac{\text{SPT}_{\text{médio da lateral}}}{0,5} (\text{KN/m}^2)$$

- o valor “**SPT médio da lateral**” deve ser considerado como a média aritmética de todos os valores de SPT compreendidos ao longo do comprimento da estaca (os valores de SPT superiores a 50 golpes deverão ser limitados a 50);
- dessa forma, o resultado final da recomendação dos autores, compreende a expressão:

$$\sigma_T = (\text{SPT}_{\text{médio da ponta}} \times 60) + \left( \frac{\sum \text{SPT}}{0,125 \cdot d} \right) (\text{KN/m}^2)$$

- onde “d” é o diâmetro da estaca em metros;
- em função da experiência prática profissional, os autores recomendam limitar o valor  $\sigma_T$  a 5.000  $\text{KN/m}^2$ , para sua utilização em projetos.

## **TÉCNICA DE ANÁLISE**

Com a finalidade de verificar as condições de segurança do método, o processo foi aplicado às 99 (noventa e nove) sondagens representativas de cada prova de carga.

Na tabela 1, estão resumidos os resultados obtidos.

Com os valores calculados como tensões admissíveis no topo das estacas ( $\sigma_T$ ), foram lidos, nas provas de carga, os respectivos recalques. Esses resultados estão indicados na tabela 1 e na figura 1.

Em seguida, os valores calculados “ $\sigma_T$ ” foram dobrados, para permitir avaliar o que ocorreu, em termos de recalques, medidos nas provas de carga, para uma carga duas vezes superior à de projeto (estudo da segurança em relação à ruptura).

Esses valores estão indicados na tabela 1 e na figura 1.

Nos casos em que a tensão correspondente ao dobro da admissível superou a máxima tensão no topo, aplicada na prova de carga, foram feitas extrapolações pelo método de Van der Veen (1953), da curva carga x recalque e estimados os recalques correspondentes, que estão apresentados na tabela 1.

Foi calculada, também, a relação percentual entre o recalque medido na prova de carga para o dobro tensão admissível e o diâmetro da estaca.

Nos poucos casos em que o dobro da tensão de utilização correspondeu a um valor superior ao de ruptura extrapolado pelo método de Van der Veen (1953), foram verificadas as relações percentuais entre o recalque medido na prova de carga para a máxima tensão de topo aplicada e o diâmetro da estaca.

## **CONCLUSÕES**

Das análises comparativas da noventa e nove provas de carga utilizadas neste trabalho, com o método proposto pelos autores, para a avaliação da tensão admissível no topo das estacas tipo hélice-contínua, são obtidas as seguintes conclusões:

- o método se mostrou válido em 100% dos casos quanto a ocorrência de recalques inferiores a 20 mm para as tensões de utilização, ou seja nas cargas de trabalho das estacas;

- na imensa maior parte dos casos, para uma tensão equivalente ao dobro da calculada pelo método, o recalque lido, diretamente na prova de carga ou na curva extrapolada pelo método de Van der Veen (1953), foi inferior a 10% do diâmetro da estaca, ainda sem ter sido descontada a parcela de compressão elástica do elemento estrutural estaca;
- o avanço do conhecimento do comportamento dessas estacas será maior, caso as empresas que promovem esses programas de provas de carga, passem a aplicar o triplo da carga nominal à estaca em lugar de apenas o dobro, como recomendado pela norma brasileira;
- o método é de aplicação simples, pois conduz à determinação direta da carga de trabalho das estacas, por meio de apenas um fator multiplicador para a ponta (60), para qualquer tipo de solo e outro fator divisor para a lateral (0,5) também para qualquer tipo de solo.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. ABMS / ABF - *Estaca Hélice-Contínua - A experiência atual* - Instituto de Engenharia - Agosto 1999
2. ABNT - NBR 6122 - *Projeto e execução de fundações* - 1996
3. ALONSO, URBANO R. - *Contribuição para a formação de um banco de dados de provas de carga estáticas em estacas hélice-contínua* - IV Seminário de Engenharia de Fundações Especiais - 2000
4. GOTLIEB, M., PENNA A. S., RODRIGUES L. H. B. e ROMANO R. - *Um método simples para a avaliação da tensão admissível no topo de estacas tipo hélice-contínua* - IV Seminário de Engenharia de Fundações Especiais - 2000
5. VAN DER VEEN, C. - *Third International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering* - Zurich - 1953