

Prova de Carga Estática em Tubulão com Utilização de Estacas Helicoidais Metálicas como Reação

Frederico Fernando Falconi
Diretor, ZF & Engenheiros Associados S/S, São Paulo, Brasil, fred@zfsolos.com.br

Daniel Canova Renosto
Diretor, Torcisão, São Paulo, Brasil, daniel@torcisao.com.br

Ataliba Sernaglia Conceição Neto
Diretor, Geomaster, São Paulo, Brasil, ataliba@geomasterengenharia.com.br

RESUMO: Este trabalho apresenta os resultados de duas provas de carga estática realizadas em tubulão de 80 cm de diâmetro, 120 cm de base e 8,5 e 10,5 m de comprimento, em obra na cidade de Embu das Artes/SP. Para a reação, foram utilizadas em cada ensaio oito estacas metálicas helicoidais de 10 cm de diâmetro e 5,6 e 8,5 m de comprimento. Os ensaios atingiram cargas de 4.800 kN, cerca de 5 vezes a carga de trabalho do tubulão, com deslocamentos de 14 e 39 mm. As estacas helicoidais instaladas no terreno com equipamento de pequeno porte suportaram com êxito as cargas de reação de 600 kN e foram retiradas posteriormente à realização do ensaio para reutilização em outras provas de carga. A utilização das estacas helicoidais como reação para provas de carga estática em vários ensaios da mesma ou de outras obras reduz consideravelmente o prazo de execução. Possibilita também a execução da prova de carga estática em qualquer estaca da obra.

PALAVRAS-CHAVE: Prova de Carga Estática, Estaca helicoidal, Tubulão a Céu Aberto.

ABSTRACT: This paper presents the results of a static load test in large diameter belled caissons with 80 cm diameter, 120 cm base and 8,5 and 10,5 m depth in the city of Embu das Artes/SP. For the reaction were used 8 helical steel piles with 10 cm diameter and 5,6 and 8,5 m depth. The load test reached 4.800 kN, around five times the working load of the belled caisson, with a settlement between 14 and 39 mm. The behavior of helical steel piles was above expectations and it was removed after the load test for use in others site works. The use of helical piles such as reaction in static load tests reduces the time in the site work and gives the opportunity to make the proof in any pile of the site work.

KEYWORDS: Static Load Test, Helical Piles, Belled Caissons.

1 Introdução

A crescente demanda por provas de carga estática exige que os profissionais da área sejam estimulados a desenvolver ideias e técnicas novas. Bastante estudadas por Tshua (2007) e muito utilizadas fora do Brasil, as estacas helicoidais já existem no mercado brasileiro, porém são utilizadas basicamente em fundações de linhas de transmissão de energia. A fabricação das estacas no Brasil, com uma gama de diâmetros, ensejou o estudo da possibilidade de utilização de tais estacas como reação em provas de carga estática. A partir de um banco de dados de provas de carga à tração em estacas helicoidais em torres, esboçou-se um planejamento e executou-se, acredita-se, a primeira prova de carga estática para fundações de edifícios com esse modelo no país. O artigo pretende mostrar este trabalho.

2 Montagem e Instalação

Em Embu das Artes – SP foram executadas fundações em tubulão a céu aberto para um edifício de apartamentos com 25 andares. O projeto de fundações previu duas provas de carga estática para verificação de desempenho. Para execução das provas de carga é necessário projetar um sistema de reação, normalmente tirantes ancorados no terreno ou estacas, resistindo às cargas de tração solicitadas pelo ensaio. A norma ABNT NBR 12131 – Estacas – Prova de carga estática: Método e ensaio especifica que para os projetos das estacas de reação deve ser considerado fator de segurança 1,5, isto quando não ensaiadas previamente, e espaçamento mínimo de 3 vezes o diâmetro da maior seção transversal da estaca ou ao menos 1,5 m, sendo esta medida do eixo da estaca ao ponto mais próximo das reações. Atendendo aos critérios acima descritos, foram utilizadas como reação 08 (oito) estacas helicoidais projetadas para atender a carga de 600 kN de tração, conectadas ao sistema de ensaio composto por vigas, cilindro e bomba hidráulica. Sua instalação no terreno foi realizada por rotação através de motor hidráulico adaptado a um equipamento de obra do tipo retroescavadeira hidráulica. O avanço na instalação é dado pelo passo da hélice, sendo este projetado para cada tipo de terreno. Para o monitoramento da instalação é medido o torque, metro a metro, com um torquímetro instalado em mesmo eixo ao motor hidráulico obtendo assim o torque da estaca, sempre respeitando os critérios de projeto.

A desinstalação das estacas metálicas helicoidais no solo ocorre de forma muito parecida com o método de instalação, conectando a máquina hidráulica na extremidade da estaca e rotacionando em sentido contrário à instalação até a completa retirada no solo. Seus segmentos são emendados por conjunto de parafusos, porcas e arruelas, proporcionando uma desmontagem segura e rápida.



Figura 1. Instalação das Estacas Helicoidais Metálicas



Figura 2. Estacas Posicionadas e Instaladas

Foi utilizado 01 dia para a instalação e montagem, 01 dia para o ensaio e 01 dia para a desmontagem e desinstalação das estacas de reação.

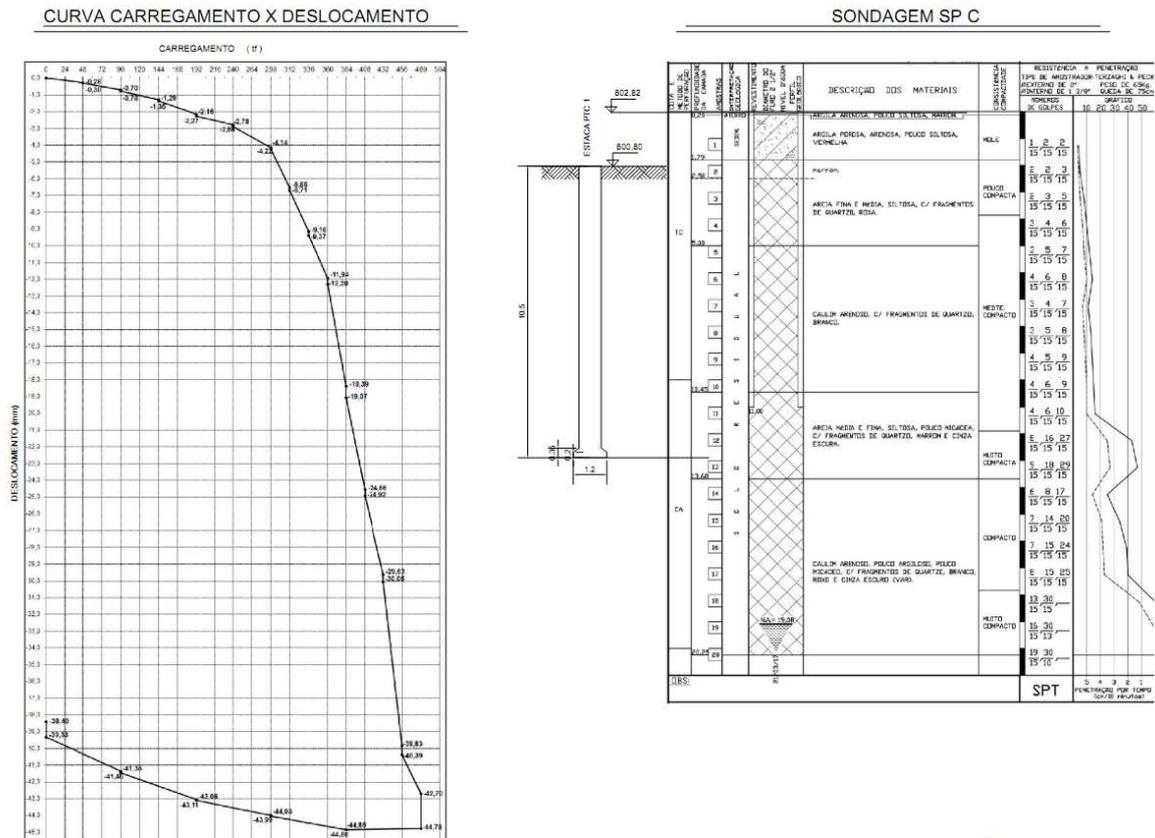


Figura 3. Estacas e Vigas de Reação

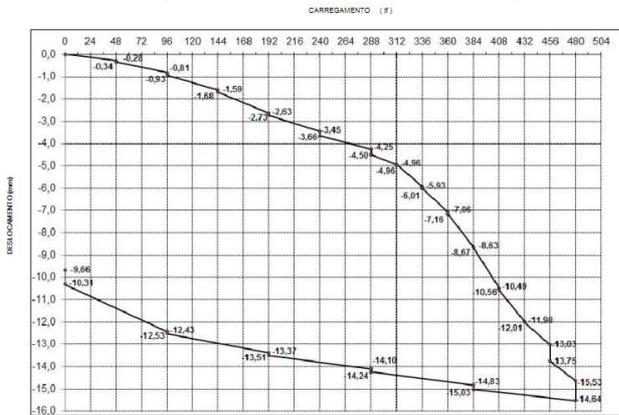
3 Resultados

A carga de trabalho dos tubulões ensaiados é 900 kN. Como teste para as estacas helicoidais, o carregamento foi levado ao máximo disponível pelo sistema de reação ou próximo ao arrancamento das estacas. Nesta situação, as duas provas de carga estática foram levadas até o máximo de 4.800 kN, mais de 5 vezes a carga de trabalho dos tubulões. Duas das estacas de reação em cada ensaio foram monitoradas, atingindo 22 a 28 mm de deslocamento na máxima carga do ensaio (600 kN de tração).

A seguir são mostradas as duas provas de carga executadas na obra:



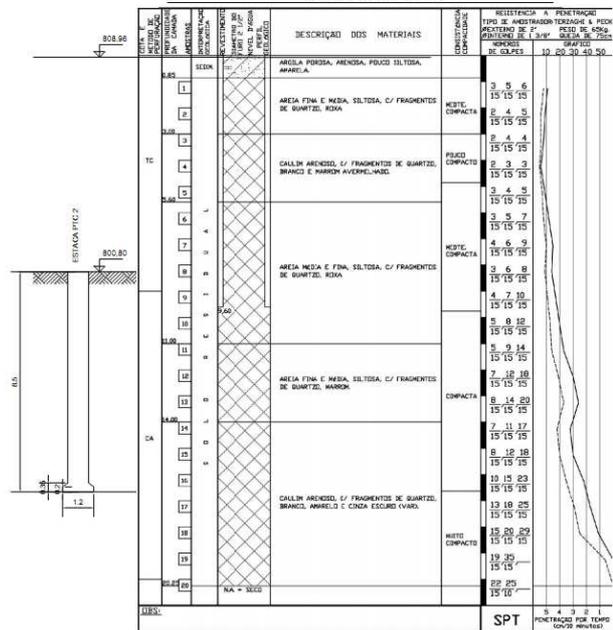
CURVA CARREGAMENTO X DESLOCAMENTO



ESTACA ENSAIADA

- TIPO: TUBULÃO
- NÚMERO: TPC 2
- DIÂMETRO DO FUSTE: 80 cm
- DIÂMETRO DA BASE: 120cm
- ALTURA DA BASE : 35 cm
- COMPRIMENTO: 8,5m
- CARGA MÁXIMA DO ENSAIO: 480 tf
- DATA DA PROVA: 14/11/2018
- ARMAÇÃO: 14Ø16mm X 5,2m
- ESTRIBO: Ø8mm a cada 20 cm

SONDAGEM SP B

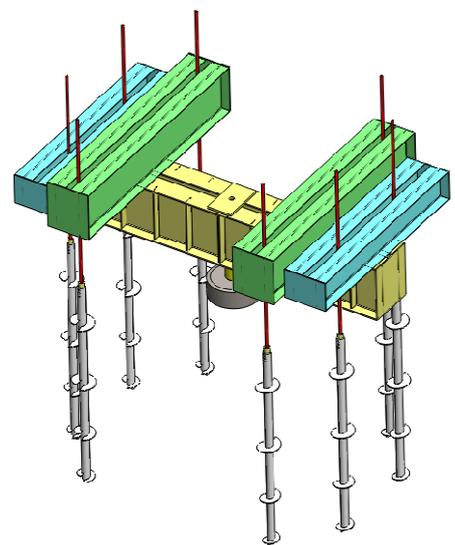
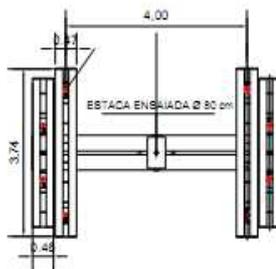


LOCAÇÃO DAS REAÇÕES



● ESTACAS DE REAÇÃO ● ESTACAS DE REAÇÃO MONITORADAS

PLANTA



DADOS DAS ESTACAS DE REAÇÃO

- TIPO: METÁLICA HELICOIDAL TORCISÃO
- NÚMERO: ET-01 a ET-08 (PROVISÓRIAS)
- EXECUTADA POR: TORCISÃO
- COMPRIMENTOS: 5,60m

Figura 5. Dados da Prova de Carga TPC 2

Nas duas provas de carga observa-se que, na carga de projeto dos tubulões (900 kN), os recalques foram milimétricos, entre 1 e 4 mm, e que em uma delas esgotou-se o atrito lateral com carregamento próximo a 2.800 kN.



Figura 6. Monitoramento das Fundações

4 Conclusão

Mostrou-se neste trabalho que é perfeitamente viável a utilização de estacas helicoidais como reação para provas de carga estática. Pode-se utilizar 2, 4 ou até 8 estacas para a reação, viabilizando sua aplicação inclusive para ensaios com cargas elevadas. Isso facilita a execução de provas de carga estática tornando-as mais rápidas e econômicas devido à redução do cronograma de obra e dos custos indiretos provenientes das execuções das reações convencionais em aço e concreto. Possibilita ainda executar o ensaio em qualquer estaca da obra e a qualquer momento, seja para obedecer os critérios estabelecidos na ABNT – NBR 6122/2010 ou para dirimir uma dúvida de execução, de cota de ponta ou comprimento de estaca, por exemplo, seja ela moldada in loco ou pré-moldada de concreto ou de aço.

Recomenda-se que em toda obra na qual haja a intenção de utilizar esse sistema de reação, instale-se uma estaca helicoidal para submetê-la a ensaio de tração, com o objetivo de avaliar a real carga de tração disponível e, com isso, a viabilidade técnica de se executar a prova de carga estática naquele subsolo. Deve-se, no entanto, limitar a carga de tração a 600 kN e a prova de carga estática a no máximo 4.800 kN até que futuros ensaios indiquem a possibilidade de se utilizar cargas maiores de tração nas estacas helicoidais.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2006). NBR 12131: *Estacas- Prova de carga estática: método de ensaio*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2010). NBR 6122: *Projeto e execução de fundações*. Rio de Janeiro.
- TSUHA, C. H. C. (2007) *Modelo teórico para controle da capacidade de carga à tração de estacas metálicas helicoidais em solo arenoso*. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Departamento de Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos/USP, 253p.