

## **INFLUÊNCIA DO COMPRIMENTO DAS HASTES NA MEDIDA DO TORQUE NO ENSAIO SPT-T.** Valéria Borin Antenor, Anna Silvia Palcheco Peixoto. – Engenharia Civil – Engenharia Civil – Departamento de Engenharia Civil – Faculdade de Engenharia Civil – Faculdade de Engenharia de Bauru – Campus de Bauru.

Na prática brasileira de engenharia de fundações o ensaio Standard Penetration Test (SPT) ainda é o mais utilizado para previsão da capacidade de carga de fundações. Por outro lado, Mayne (2001) questionou o fato de que apenas um índice, nesse caso o valor N do ensaio SPT, não poderia estimar tantos parâmetros geotécnicos do solo e sugeriu a utilização de ensaios híbridos. Anteriormente, Ranzini (1988) já havia proposto a medida do torque necessário para romper a adesão solo-amostrador logo após a realização do ensaio SPT, sugerindo a utilização do torque para obtenção da resistência lateral de estacas. Desde então, alguns engenheiros vêm incorporando essa medida na prática de engenharia.

Peixoto (2001) desenvolveu uma tese de doutorado na qual estudou o ensaio SPT-T e sua aplicação na prática de Engenharia de Fundações. Nessa pesquisa, estudou vários aspectos do ensaio tais como: a forma da curva torque x ângulo-de-rotação; a relação T/N; a velocidade de ensaio e também sugeriu uma metodologia para previsão da capacidade de carga seguindo a idéia inicial de Ranzini (2000).

Porém, ficou a questão de como o comprimento das hastes influiria na medida do torque uma vez que a medida é realizada na extremidade oposta ao amostrador do conjunto de hastes. Assim, essa pesquisa teve por objetivo verificar a eficiência do torque em função do comprimento das hastes. Para tanto, serão utilizados os torquímetros elétricos desenvolvidos por Peixoto (2001) acoplados a sistema de aquisição de dados.

Um estudo teórico das solicitações nas hastes metálicas, abordando a teoria de torção livre (ou uniforme) e de flexão foi realizado.

Paralelamente, foi construído um sistema de calibração que possibilitou, além das aferições dos torquímetros elétricos, a realização de ensaios de laboratório nos quais o conjunto haste-amostrador foi acoplado na horizontal e medidas de torque foram obtidas nas duas extremidades com comprimentos variando entre 1m e 20m, Figura 1. Para os ensaios de laboratório, os resultados obtidos são apresentados nos gráficos das Figuras 2 e 3.



Figura 1: Realização dos ensaios de laboratório.

Na Figura 2, foi considerada Perda (%), a relação  $\frac{T_i - T_f}{T_i} \cdot 100$ , sendo  $T_i$  o torque aplicado numa extremidade e  $T_f$  o correspondente torque medido na extremidade oposta do conjunto de

hastes. Ressalta-se que o comprimento do conjunto de hastes variou de 1 a 20 m. Essas hastes são aquelas utilizadas no ensaio SPT, cujas características estão definidas na NBR 6484 (2000).

Através da Figura 2, nota-se que a perda é tanto maior quanto menor o valor do torque aplicado e apresenta uma variação da ordem de 10% quando a haste passa de 1m para 20m de comprimento.

Por outro lado, analisando-se a Figura 3, percebe-se que essa diferença, em valores absolutos, é menor do que 2kgf.m, representando uma leitura menor do que a precisão dos torquímetros utilizados na prática.

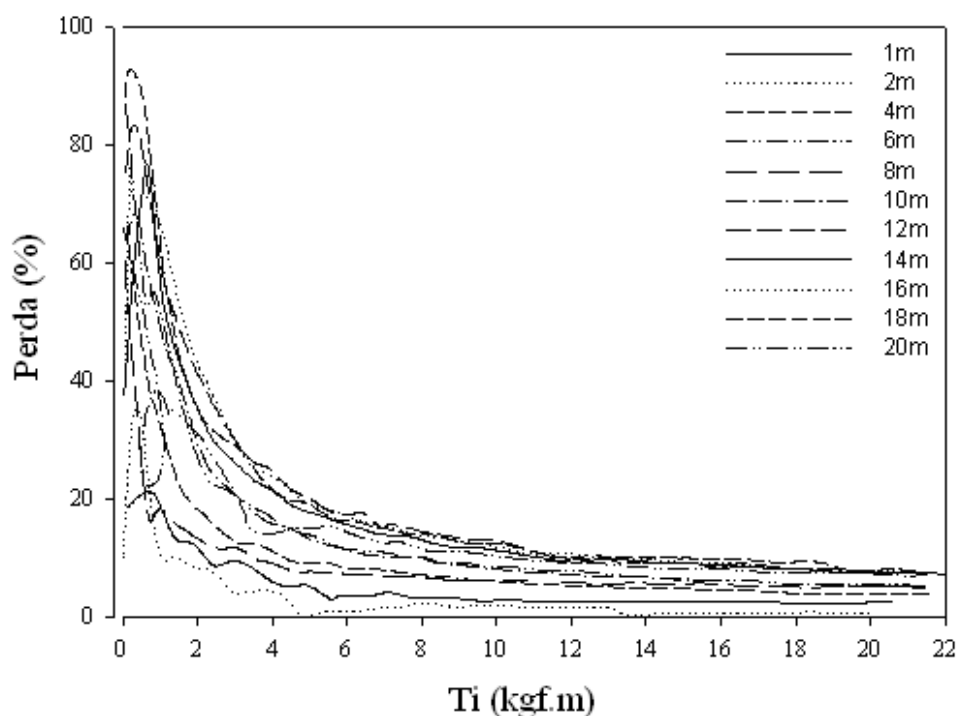


Figura 2: Análise da perda de torque entre os dois torquímetros.

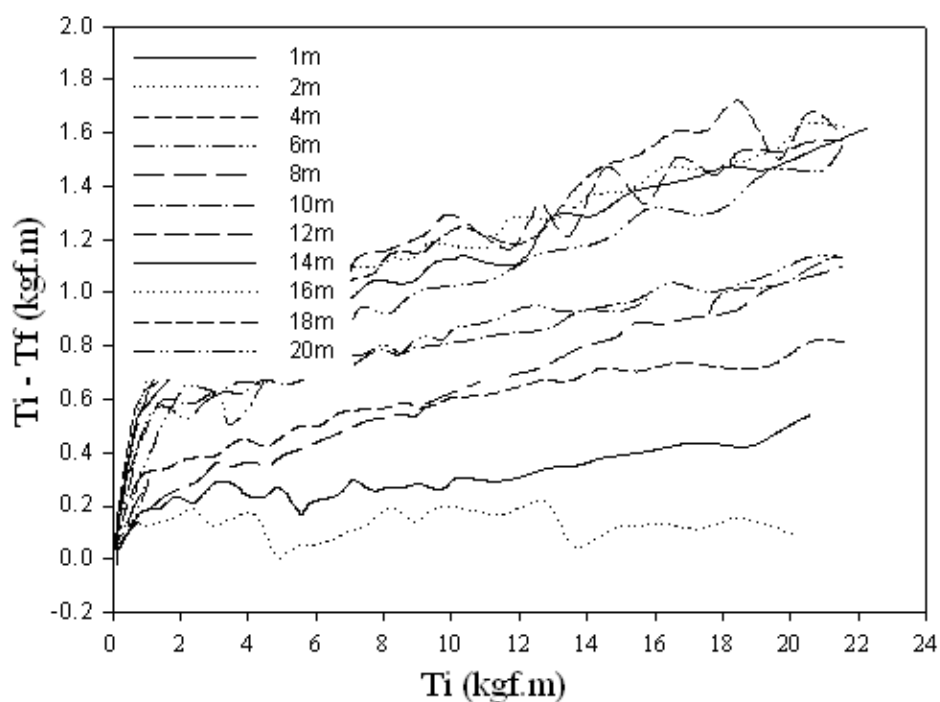


Figura 3: Análise da diferença de torque entre os dois torquímetros.

Em uma segunda fase, a verificação da influência do comprimento das hastes foi realizada no ensaio SPT-T, segundo a NBR 6484 (2000), no campo experimental de fundações do campus da UNESP de Bauru, para simular as condições com que é realizado na prática.

O ensaio SPT-T foi realizado de duas maneiras, uma em furo de sondagem, apenas com as medições dos torques no torquímetro analógico; outra maneira, na qual realizou-se o ensaio abrindo um poço de 0,80m de diâmetro e 15m de profundidade, onde os torques foram captados tanto no torquímetro analógico, quanto nos torquímetros elétricos através do sistema de aquisição de dados. Foram nesses ensaios dentro do poço que foram obtidas as medidas dos torques nas duas extremidades.

Na Figura 4, é apresentada uma curva torque *versus* tempo, obtida à 3m de profundidade no poço mencionado. Essa curva foi gerada a partir dos dados obtidos através dos torquímetros elétricos.

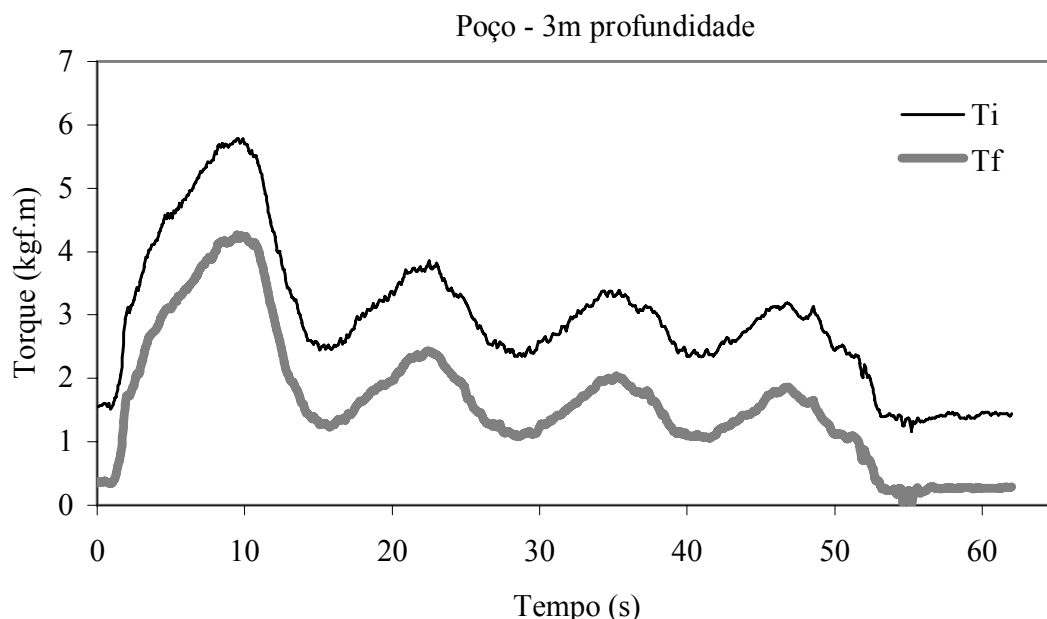


Figura 4: Curva torque *versus* tempo.

Pode-se notar que a defasagem entre as curvas é, novamente, menor do que os 2kgf.m que correspondem à precisão dos torquímetros analógicos.

Importante salientar que as três etapas do estudo foram igualmente importantes.

Através do estudo teórico avaliou-se a possibilidade de se realizar a verificação da eficiência no laboratório, uma vez que a parcela da tensão de cisalhamento referente ao peso próprio ( $\tau(V)$ ), com as hastes na posição horizontal, é insignificante quando comparada com a parcela referente à tensão de cisalhamento devido à torção ( $\tau(M_t)$ ), Tabela 1.

As equações utilizadas para os cálculos das grandezas apresentadas na Tabela 1 foram, Eq. 01 e 02:

$$\tau = \frac{M_t}{2.t.A} \quad (01)$$

$$\tau = \frac{V}{A} \quad (02)$$

sendo:  $M_t$  – momento de torção aplicado;

$t$  – espessura da seção transversal;

$A$  – área da seção transversal;

$V$  – cortante devido ao peso próprio, sendo este 32 N/m;

Tabela 1: Influência do peso próprio na tensão de cisalhamento.

L(m)	V(N)	$\tau$ (V) (MPa)	$\tau$ (Mt) (MPa)	%
1	16	0.037	79.95	0.046
2	32	0.073	79.95	0.092
3	48	0.110	79.95	0.138
4	64	0.147	79.95	0.184
5	80	0.184	79.95	0.230
6	96	0.220	79.95	0.276
7	112	0.257	79.95	0.322
8	128	0.294	79.95	0.368
9	144	0.331	79.95	0.414
10	160	0.367	79.95	0.460
11	176	0.404	79.95	0.506
12	192	0.441	79.95	0.552
13	208	0.478	79.95	0.597
14	224	0.514	79.95	0.643
15	240	0.551	79.95	0.689
16	256	0.588	79.95	0.735
17	272	0.625	79.95	0.781
18	288	0.661	79.95	0.827
19	304	0.698	79.95	0.873
20	320	0.735	79.95	0.919

Na etapa dos ensaios de laboratório foi possível controlar, para um mesmo comprimento de haste, a aplicação dos torques variando de 1 a 20kgf.m, possibilitando o estudo não só do comprimento, mas também do valor aplicado.

Por último, o estudo de campo possibilitou corroborar e validar os resultados de laboratório tornando as conclusões a seguir apresentadas de maior valia para a aplicação prática da medida do torque no ensaio SPT-T.

### Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 6484: **Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos**. 12 p.2000.

MAYNE, P.W. **Strain-Strenght-Flow Parameters from Enhanced In-Situ Tests**. In-Situ. Pp. 21-48. Bali 2001.

PEIXOTO, A.S.P. **Estudo do ensaio SPT-T e sua aplicação na prática de engenharia de fundações** / Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas – SP, Junho 2001.

RANZINI, S.M.T. SPTF. **Solos e Rochas**. Vol. 11, p. 29-30. 1988.

RANZINI, S.M.T. **Capacidade-de-carga de Estacas a Partir da Medida do Atrito Lateral no SPTF**. Palestra. Instituto de Engenharia. ABMS. São Paulo, Março 2000.

**Bolsa:** FAPESP