

Análise Comparativa do Encurtamento Elástico de Estacas Calculado com Informações do Material e das Provas de Carga Instrumentadas

Luciana Barbosa Amancio
Doutoranda, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil, eng.luciana2009@gmail.com

Renato Pinto da Cunha
Professor, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil, rpcunha@unb.br

Silvrano Adonias Dantas Neto
Professor, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil, silvrano@ufc.br

RESUMO: Para realizar a análise comparativa do encurtamento elástico, de 120 estacas executadas em solos brasileiros, foram aplicadas a proposta da ABNT NBR 6122 para estimar o recalque e a equação divulgada em Aoki (1997) que considera o diagrama de força normal adquirido com a instrumentação das provas de cargas. Além disso, foram usados o módulo de elasticidade referente ao material da estaca e o módulo calculado a partir da deformação medida na “seção de referência” da estaca instrumentada. Os resultados mostram que, para o módulo de elasticidade do material, a relação entre o método de Aoki (1997) e o valor encontrado pela ABNT NBR 6122 está compreendida entre 15 e 77%, valores semelhantes são encontrados para o módulo determinado com a instrumentação. Por fim, o encurtamento elástico calculado pela formulação de Aoki (1997) usando o módulo “medido” na instrumentação corresponde a 46% do valor alcançado pela ABNT NBR 6122 com o módulo de elasticidade do material.

PALAVRAS-CHAVE: Estacas, Encurtamento Elástico, Instrumentação.

ABSTRACT: To perform the comparative analysis of the elastic shortening of 120 piles executed in Brazilian soils, ABNT NBR 6122 proposal was applied to estimate the total vertical deformation and the equation published in Aoki (1997), which considers the normal force diagram acquired with the instrumentation of the load tests. In addition, the modulus of elasticity relative to the pile material and the modulus calculated from the deformation measured in the "reference section" of the instrumented pile were used. The results show that, for the modulus of elasticity of the material, the relationship between the Aoki's method (1997) and the value found by ABNT NBR 6122 is between 15 and 77%, similar values are found for the module determined with the instrumentation. Finally, the elastic shortening calculated by Aoki's formulation (1997) using the "measured" module in the instrumentation corresponds to 46% of the value reached by ABNT NBR 6122 with the modulus of elasticity of the material.

KEYWORDS: Piles, Elastic Shortening, Instrumentation.

1 Introdução

O encurtamento elástico é uma das parcelas do deslocamento vertical sofrido por uma estaca, decorrente da aplicação de uma força vertical no seu topo. Kolev e Maslarski (2016) alertam sobre a relevância de considerar esta parcela em estacas, principalmente quando apoiadas em rocha, uma vez o valor pode atingir até 71% do recalque total. Os mesmos autores relatam que estacas com comprimento acima de 65m, aparentemente, possuem encurtamento elástico significativo e, no caso de ser negligenciado, poderá ocasionar danos irreparáveis à estrutura. Para Décourt (2008), em se tratando de estacas flexíveis (longas), as deformações elásticas representam quase a totalidade dos recalques medidos e, por outro lado, em se tratando de estacas rígidas (curtas), a deformação da ponta pode ser confundida com a deformação medida no topo, sem grandes erros.

De modo geral, as deformações elásticas são calculadas a partir da lei de Hooke, segundo a qual uma força, F , exercida sobre um corpo é diretamente proporcional ao deslocamento da massa do estado inicial, x , multiplicado por uma constante referente ao material, k , que compõe este corpo – eq. (1). A Norma Brasileira NBR 6122 disponibiliza um procedimento para encontrar a carga de ruptura convencional da estaca e o recalque total máximo, sendo este a soma do encurtamento elástico com o recalque da ponta. Neste caso, conforme mostra a eq. (2), o encurtamento elástico é a multiplicação entre a carga de ruptura convencional, P e o comprimento da estaca, L , dividida pela rigidez (módulo de elasticidade, E x área da seção transversal, A). Para Melo (2009) o encurtamento elástico é 50% do valor alcançado com a eq. (2), onde P é a carga equivalente a 1,0 MN.

$$F = k \cdot x \quad (1)$$

$$\rho_e = \frac{P \cdot L}{E \cdot A} \quad (2)$$

Aoki (1997) propõe uma formulação semelhante a esta e para utilizá-la é necessário conhecer a distribuição do atrito lateral ao longo do fuste e a carga transferida até a ponta da estaca. Uma das alternativas para se obter essas informações é instrumentando-se o fuste com medidores de deformações ou cargas em diferentes níveis e realizando-se a prova de carga estática. Os procedimentos deste ensaio estão prescritos em ABNT NBR 12131. De acordo com a ABNT NBR 6122, a prova de carga estática pode ser realizada com carregamentos lento ou rápido, desde que a estaca seja carregada até a ruptura ou no mínimo uma carga duas vezes maior do que àquela estimada no projeto.

Nesse trabalho o encurtamento elástico foi determinado usando-se dois módulos de elasticidade: o valor calculado com base na resistência à compressão do concreto, f_{ck} – eq. (3), denominado de módulo de elasticidade do material, E_{mat} ; e o valor obtido na seção de referência das estacas instrumentadas, denominado de módulo de elasticidade “medido”, E_{inst} .

$$E_{mat} = 0,85 \cdot 5600 \cdot \sqrt{f_{ck}} \quad (3)$$

A expressão (3) é fornecida pela ABNT NBR 6118 que admite usá-la em análises elásticas de projeto, principalmente para calcular esforços solicitantes e verificar os estados limites de serviço, denominado pela norma como módulo secante.

A seção de referência do sistema estaca-solo é definida por Albuquerque (2001) como o trecho inicial, abaixo do bloco de coramento, no qual não há contato entre o solo e a estaca. Na ausência de quaisquer informações acima citadas, Campos (2005) indica valores conservadores de 20GPa (para estacas escavadas) e de 25GPa (para estacas pré-moldadas).

2 Encurtamento Elástico em Estacas Isoladas

Considerando uma estaca isolada de comprimento L , embutida no solo e submetida a um carregamento vertical de compressão no seu topo, segundo Cintra e Aoki (2010) ocorrem dois tipos de deformações, representadas na Figura 1:

- O encurtamento elástico da estaca, ρ_e , enquanto peça estrutural, que equivale a um recalque de igual magnitude do topo da estaca, desde que a base permaneça imóvel;
- A deformação vertical de compressão do solo abaixo da base da estaca até a superfície do indesejável, ρ_s .

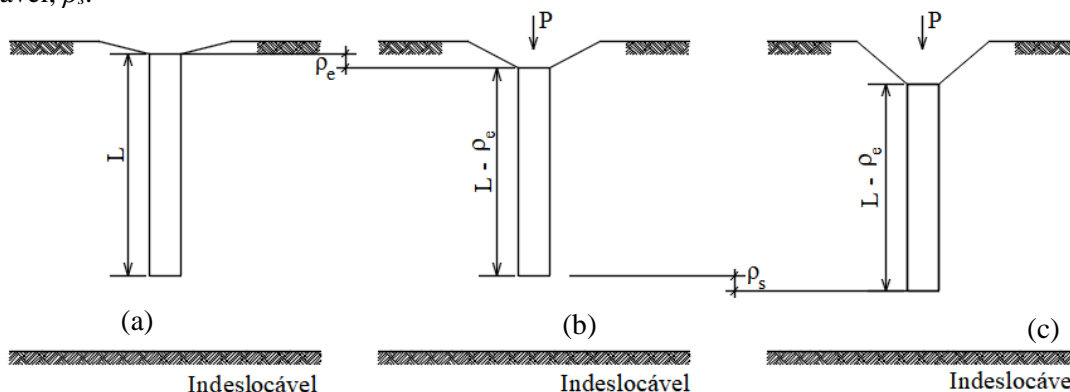


Figura 1. Deformações de uma estaca isolada submetida a carga vertical: (a) antes do carregamento; (b) encurtamento elástico; (c) deformação da base, adaptado de Cintra e Aoki (2010)

Tendo em vista que neste trabalho foram aplicadas a metodologia demonstrada em Aoki (1997) e o método da ABNT NBR 6122, a seguir serão apresentadas as descrições destas.

2.1 Método de Aoki (1997)

Aoki (1997) afirma que uma estaca isolada sujeita a uma carga vertical de compressão P aplicada no seu topo pode ser tratada como uma estrutura composta por uma haste de comprimento L , área da seção transversal A , módulo de elasticidade E , inserida em um maciço de solo. A ação desta carga aplicada é resistida pelo atrito lateral entre a estaca e o solo que está em contato com a superfície, R_L , e pelas tensões resistentes do solo normais à base, R_p . A Figura 2 ilustra o modelo simplificado e os diagramas de transferência de carga estaca-solo propostos por Aoki em 1989, e foram usados nesse trabalho para determinar o encurtamento elástico a partir de resultados obtidos com a instrumentação de estacas ao longo do fuste e na base, onde Δz é a distância entre os níveis instrumentados.

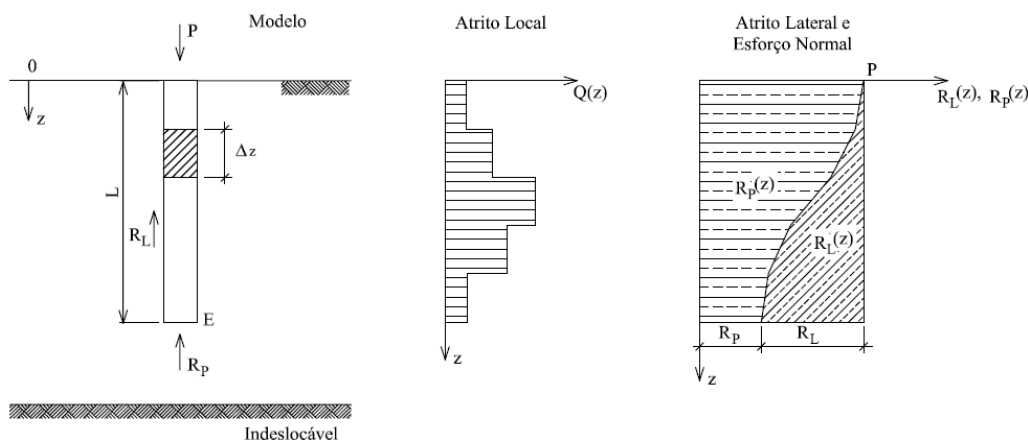


Figura 2. Diagramas de transferência de carga estaca-solo, adaptado de Aoki (1997)

Considerando que o atrito local Q entre dois pontos de um segmento da estaca é uniforme, de acordo com Aoki (1997) o atrito lateral acumulado da estaca até uma profundidade z pode ser estimado através da seguinte expressão:

$$R_L(z) = \int_0^z Q(z) dz \quad (4)$$

O esforço normal, por sua vez, vale (Aoki, 1997):

$$R_P(z) = P - R_L(z) \quad (5)$$

Aplicando-se a lei de Hooke, o encurtamento elástico ρ_e do fuste sob ação da força normal $R_P(z)$ é dado por (Aoki, 1997):

$$\rho_e(z) = \left(\frac{1}{A \cdot E}\right) \cdot \int_0^z R_P(z) \cdot dz \quad (6)$$

Vale ressaltar que o modelo descrito por Aoki assume que o atrito total R_L , é praticamente todo mobilizado para pequenos deslocamentos do topo da estaca, na ordem de 4 a 10 mm e, aparentemente, independe do tipo e da dimensão da estaca; já a resistência de ponta R_P é acionada somente para grandes deslocamentos e pode ser calculada em função do diâmetro, sendo 8% para estacas cravadas e até 30% para estacas escavadas. De forma simplificada pode-se afirmar que a reação pela ponta ocorre somente quando cessa a mobilização do atrito lateral (Aoki, 1997).

Embora algumas estacas pertencentes ao banco de dados não apresentem ruptura nítida, foram submetidas a uma carga máxima maior ou igual ao dobro da carga de trabalho, sendo assim, é possível pressupor que a carga última do ensaio de prova de carga é igual a carga de ruptura. Além disso, admitiu-se as seguintes hipóteses apresentadas por Cintra e Aoki (2010): a carga aplicada no topo da estaca deve ser um valor intermediário entre a resistência lateral e a carga de ruptura; o atrito lateral esteja completamente mobilizado; a reação mobilizada na ponta seja o suficiente para o equilíbrio das forças.

2.2 Método da NBR 6122

A execução de uma prova de carga estática permite o conhecimento da carga de ruptura de uma estaca, entretanto é necessário que haja a ruptura nítida, caracterizada por uma grande variação de deformações mesmo sem acréscimos de carga. Para os casos em que esta ruptura não é detectável a ABNT NBR 6122 propõe que se faça a extrapolação da curva carga-recalque por meio de critérios baseados na engenharia geotécnica.

Neste contexto a norma sugere uma opção para calcular o recalque total ρ_t em função das cargas aplicadas durante o ensaio, que é através da equação (7), onde a primeira parcela refere-se ao encurtamento elástico e a segunda, ao deslocamento da ponta. Traçando-se uma reta que une os pontos encontrados com a equação (7) e a curva carga-recalque, no mesmo gráfico, determina-se a carga de ruptura convencional, ou seja, a carga que corresponde a interseção entre estas curvas, conforme ilustra a Figura 3.

$$\rho_t = \frac{P \cdot L}{A \cdot E} + \frac{D}{30} \quad (7)$$

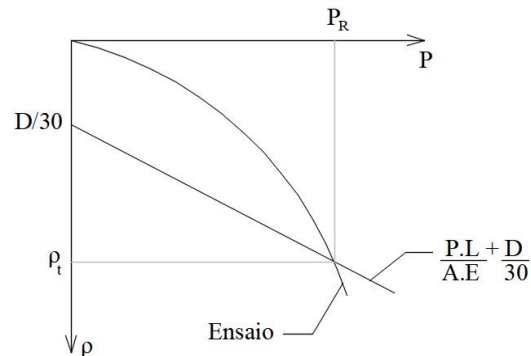


Figura 3. Curva de ruptura convencional, adaptado de ABNT NBR 6122

Almeida Neto (2002) ressalta que o método da ABNT NBR 6122 leva em consideração as características da edificação através do seu recalque admissível, além de inserir as dimensões e a deformação elástica do elemento de fundação.

3 Descrição do Banco de Dados

O banco de dados utilizado nesse artigo foi confeccionado pela primeira autora, sob orientação dos demais autores, e estará detalhado em sua tese, ainda em desenvolvimento. A coleta das informações foi feita em diferentes tipos de trabalhos (teses, dissertações, artigos, etc.) realizados com finalidades acadêmicas ou para aferir projetos e acompanhar o desempenho de fundações projetadas em obras.

O conjunto de dados contém 103 estacas executadas em diferentes estados brasileiros. Porém, nas estacas E003, E005, E007, E009, E011, E013, E015, E024, E049, E051, E053, E056, E092, E094, E096, E098 e E0100 foram realizados 2 tipos de carregamentos, lento e rápido, sendo estes contabilizados como estacas diferentes, ampliando essa quantidade para 120 estacas. A Figura 4 mostra a distribuição regional destas estacas. Nota-se que a maioria, 72%, corresponde a região Sudeste, em seguida, com 12 e 9%, estão as regiões Nordeste e Centro-Oeste, respectivamente, e, por fim, com 4 e 3% estão as regiões Sul e Norte.

As cidades onde foram executadas cada uma das estacas, assim como o tipo, a geometria e a fonte, podem ser visualizadas no Apêndice.



Figura 4. Distribuição da quantidade de estacas por região brasileira, Baixar Mapas (2019).

Segundo Velloso e Lopes (2010), de acordo com a metodologia construtiva, as estacas podem ser agrupadas em três tipos: de deslocamento; sem deslocamento e de substituição. Considerando esta classificação, foi elaborado o gráfico exibido na Figura 5. Percebe-se que a maioria, 63%, são estacas de substituição, ou seja, quando inseridas no solo ocasionam pouca perturbação e podem ser escavadas com uso de produtos estabilizantes. As estacas sem deslocamento correspondem a apenas 13%. Nesse grupo estão aquelas que utilizam o revestimento metálico durante a escavação do fuste, garantindo assim uma maior estabilidade. O restante, 24%, tratam-se de estacas com deslocamento, como retrata o próprio nome, a sua instalação provoca grandes perturbações no solo.

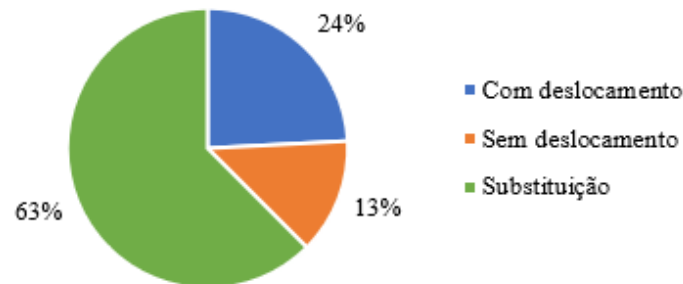


Figura 5. Distribuição dos tipos de estacas.

Para visualizar a distribuição de frequência da geometria das estacas foram geradas as Figuras 6 e 7, referentes ao comprimento e ao diâmetro, respectivamente. Na Figura 6 observa-se que 68% das estacas possuem comprimentos entre 4 e 12 m, enquanto em 18% delas este valor está compreendido entre 12 e 20 metros. A porcentagem de diâmetros maiores do que 20 m varia entre 2 e 6%, porém, nenhuma das estacas apresenta diâmetro entre 36 e 44 m.

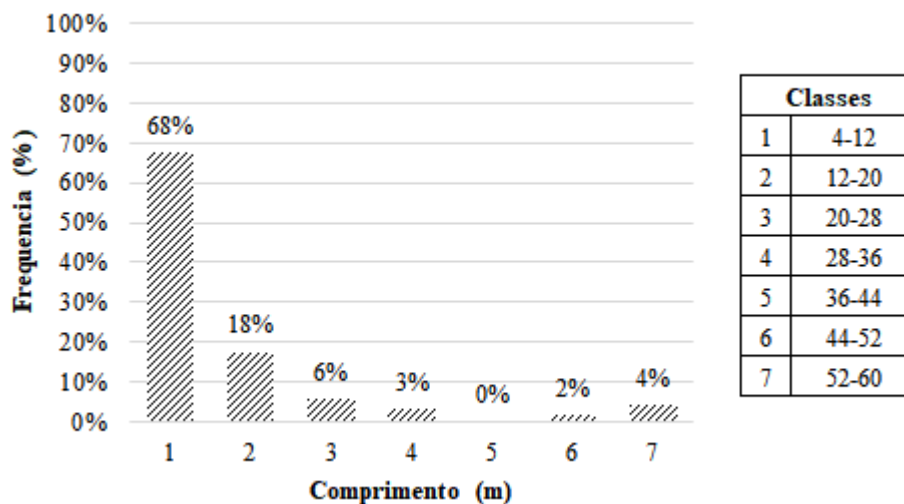


Figura 6. Distribuição de frequência do comprimento das estacas.

Com relação ao diâmetro, a Figura 7 mostra que as classes 2 e 3 concentram a maioria das estacas, com 38 e 28% respectivamente, com valores compreendidos entre 235 e 535 mm. Os diâmetros menores, que estão entre 85 e 235 mm, representam 13% das estacas. Para diâmetros maiores do que 535 mm, as porcentagens variam entre 2 e 7%, sendo as menores pertencentes as classes 4, 6 e 8.

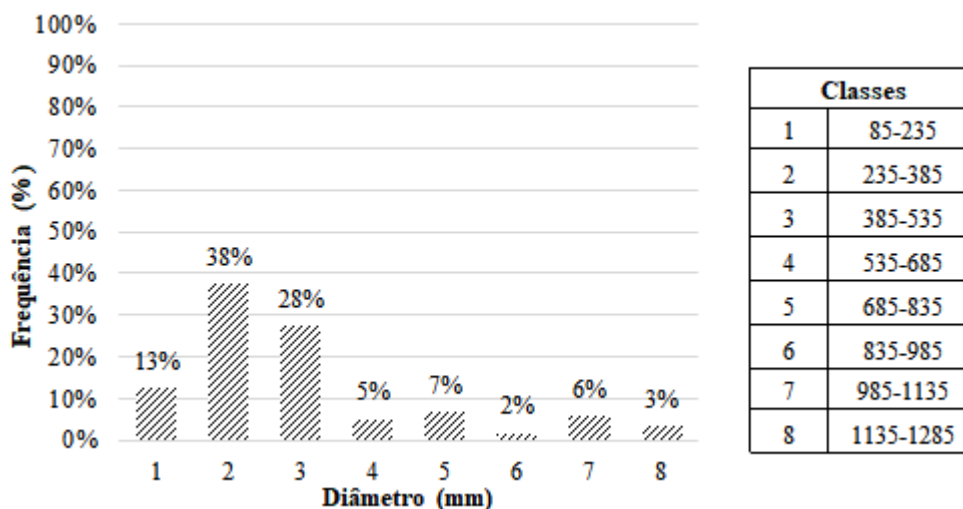


Figura 7. Distribuição de frequência do diâmetro das estacas.

Existe uma relação entre o comprimento e o diâmetro (L/D) que permite classificar as estacas em longas ou curtas. Segundo Melo (2009), se a relação $L/D \geq 15$ trata-se de estacas longas e quando $L/D < 15$ as estacas são classificadas como curtas. Essa relação foi calculada para todas as estacas do banco de dados e os resultados podem ser visualizados na Tabela A1. Observa-se que 114 estacas do total de 120 são longas, portanto, o encurtamento elástico é uma parcela considerável do recalque total e não deve ser negligenciado nas análises destas.

4 Resultados e Discussões

Para calcular o encurtamento elástico das 120 estacas é necessário conhecer as cargas transferidas em cada nível instrumentado do fuste e a curva carga-recalque de cada estaca. Estes dados poderão ser adquiridos em Amancio (em elaboração). Entretanto, a geometria da estaca foi descrita no item anterior e pode ser visualizada na Tabela A1 do Apêndice e os detalhes sobre o módulo de elasticidade do material e o “medido” na instrumentação são tratados a seguir.

Conforme já relatado anteriormente, o módulo de elasticidade do material foi calculado a partir da eq. (3), cuja a única variável é a resistência característica do concreto. A Tabela A3 mostra os valores de f_{ck} e E_{mat} correspondente a cada estaca e, para aqueles casos em que o autor da fonte pesquisada não forneceu nenhuma informação, admitiu-se as seguintes hipóteses:

- Para a estaca E026 a resistência do concreto é igual ao valor fornecido por Pérez (2014) referente as estacas E021, E022 e E023, uma vez que foram executadas no mesmo campo experimental e próxima destas;
- Para as estacas E031, E032 e E033 a resistência do concreto foi citada em Menezes *et al.* (2004), artigo publicado pelo mesmo autor e relacionado as mesmas estacas;
- As estacas E040, E041, E042, E043, E044, E045, E046, E047, E048, E061 e E62 são metálicas, portanto a eq. (3) não é aplicável. Sendo assim, adotou-se o módulo de elasticidade do material sugerido por Fellenius (2018);
- Para as estacas E049 e E050 o módulo de elasticidade do material foi encontrado em Souza (2001);
- Para as estacas injetadas E053, E054, E073, E081, E102, E103 e E104 foi considerado que o módulo de elasticidade do material é igual ao valor obtido por Perez (1997) para estacas raiz executadas no campo experimental da UnB;

- Para as estacas E067, E074, E075, E076, E0086, E087, E088, E089, E090, E091, E110, E114, E115, E116, E117, E118, E119 e E120 o módulo de elasticidade do material é o valor sugerido por Albuquerque (2001) para o concreto, quando não se faz ensaio na obra;
- Para as estacas E082, E84 e E085 o módulo de elasticidade do material é o valor usado nas análises numéricas realizadas por Cunha e Kuklík (2003).

O módulo de elasticidade “medido” por meio de instrumentação do fuste das estacas, E_{inst} , que se encontra exposto na Tabela A3, na maioria dos casos foi determinado para a seção de referência e todos foram coletados na fonte pesquisada, correspondente a cada estaca, mencionadas na Tabela A2.

De posse destas informações, foram aplicadas as formulações propostas por Aoki (1997) e pela NBR 6122 e os resultados obtidos para o encurtamento elástico constam na Tabela A3. Com a finalidade de estabelecer uma análise comparativa entre estes resultados, foram elaboradas as Tabelas 1 e 2 que contém o valor máximo, o valor mínimo, a média e o coeficiente de variação referentes aos Métodos de Aoki (1997) e da NBR 6122, respectivamente.

Tabela 1. Encurtamento elástico para o Método de Aoki (1997)

Módulo de Elasticidade	Valor Máx.	Valor Mín.	Média	CV
Material	17,63 mm	0,17 mm	2,93 mm	1,10
Instrumentação	10,81 mm	0,13 mm	2,55 mm	0,89

Tabela 2. Encurtamento elástico para o Método da NBR 6122

Módulo de Elasticidade	Valor Máx.	Valor Mín.	Média	CV
Material	22,53 mm	0,15 mm	3,03 mm	1,00
Instrumentação	18,14 mm	0,19 mm	3,02 mm	0,95

Comparando-se os encurtamentos elásticos calculados através do Método de Aoki (1997) percebe-se que a diferença entre a média usando o E_{mat} e àquela determinada para o E_{inst} é apenas 0,37 mm, embora o valor máximo do primeiro seja 1,6 vezes maior do que o segundo. Por outro lado, analisando-se o Método da NBR 6122 temos que os valores mínimos e a média são similares, enquanto o valor máximo relacionado ao módulo de elasticidade “medido” representa cerca de 80% do encurtamento máximo para o módulo do material. Com relação ao coeficiente de variação, nas duas metodologias há uma dispersão ligeiramente maior para o E_{mat} , porém essa diferença é irrelevante sob ponto de vista prático.

Ao confrontar os resultados expostos na Tabela 1 e na Tabela 2, nota-se que os valores para o Método da NBR 6122 são superiores aos do Método de Aoki (1997), com exceção do coeficiente de variação para o E_{mat} que foi menor. Tendo em vista que a metodologia de Aoki (1997) é fundamentada em ensaio de prova de carga estática instrumentada ao longo do fuste realizada em cada estaca, conclui-se que, de modo geral, o Método da NBR 6122 superestima o encurtamento elástico.

Diante desse contexto e com o intuito de se efetuar análises comparativas entre as metodologias, foram determinadas as relações entre o Método de Aoki (1997) e o Método da NBR 6122 para cada um dos módulos de elasticidade. De posse dos resultados alcançados foi elaborada a Tabela 3, na qual percebe-se que ocorre uma semelhança entre os valores máximo e mínimo, a média e a dispersão desta relação, ainda que o tipo de módulo de elasticidade seja diferente.

Tabela 3. Encurtamento elástico do Método de Aoki (1997) / Método da NBR 6122

Módulo de Elasticidade	Valor Máx.	Valor Mín.	Média	CV
Material	2,09	0,48	0,83	0,43
Instrumentação	2,07	0,48	0,80	0,47

Aplicando-se o mesmo conceito utilizado para o caso anterior, porém fixando-se agora a metodologia aplicada, foram calculadas as relações entre o encurtamento elástico para E_{inst} e E_{mat} , cujos resultados obtidos podem ser vistos na Tabela 4. É fácil identificar que o valor médio da relação é aproximadamente igual a 1,0 para ambos, ou seja, provavelmente para a maioria das estacas o módulo de elasticidade “medido” na instrumentação é equivalente ao valor adotado para o material.

Tabela 4. Encurtamento elástico com o módulo “medido” / módulo do material

Método	Valor Máx.	Valor Mín.	Média	CV
Aoki (1997)	2,35	0,44	0,99	0,27
NBR 6122	2,35	0,42	0,99	0,29

Por fim, admitindo-se que o Método de Aoki (1997) e módulo de elasticidade “medido” fornecem resultados mais próximos da realidade, todavia reconhecendo a dificuldade de obter estas informações, optou-se por avaliar a relação entre o encurtamento elástico calculado através da formulação de Aoki (1997) com o módulo “medido” na instrumentação e o encurtamento determinado com a equação (7) disponibilizada pela NBR 6122 usando o módulo de elasticidade do material. O valor médio dessa relação é igual a 0,78 e possui um coeficiente de variação igual a 0,52. Isso significa que, na ausência de dados mais realistas, é possível aplicar o método da NBR 6122 com módulo de elasticidade do material disponibilizado na Tabela A3, porém o valor final deve ser multiplicado por 78%.

5 Conclusões

As 120 estacas que compõem o banco de dados estudado neste artigo foram executadas em diferentes regiões do Brasil, concentrando 72% na região Sudeste e as demais distribuídas quase que uniformemente pelas demais regiões. Com relação a geometria, o diâmetro varia entre 88,9 a 1200 mm e os comprimentos estão compreendidos de 4 a 60 m. Aplicando-se o conceito usado por Melo (2009), 114 estacas podem ser classificadas longas e, portanto, o encurtamento elástico é uma parcela considerável do recalque total.

Através da análise comparativa concluiu-se que:

- o Método da NBR 6122 superestima o encurtamento elástico se admitirmos que o Método de Aoki (1997) é mais realista, pois a formulação é baseada em resultados de ensaios de campo;
- A relação entre o encurtamento elástico calculado pelo método de Aoki (1997) e o valor encontrado pela ABNT NBR 6122 independe do tipo de módulo de elasticidade usado;
- O valor médio da relação entre o encurtamento elástico calculado com E_{inst} e E_{mat} para a metodologia de Aoki (1997) é semelhante àquele encontrado para o método da NBR 6122;
- O encurtamento elástico calculado pela formulação de Aoki (1997) usando o módulo “medido” na instrumentação corresponde a 78% do valor alcançado pela ABNT NBR 6122 com o módulo de elasticidade do material.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade de Brasília, à Universidade Federal do Piauí e à CAPES pelo incentivo e apoio a pesquisa. Aos autores dos trabalhos pesquisados e aos demais profissionais que auxiliaram na coleta de informações e permitiram a elaboração do banco de dados e a realização deste artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amancio, L. B. *Modelagem neuronal aplicada na previsão do comportamento de elementos de fundações por estacas*. Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF. Em fase de elaboração.
- Almeida Neto, J. A. R. (2002) *Análise do desempenho de estacas hélice contínua e ômega – aspectos executivos*. Dissertação (Mestrado em Engenharia), EPUSP, São Paulo, SP, 174p.
- Aoki, N. (1997) Aspectos geotécnicos da interação estrutura-macizo de solos. *Jornadas Sul-Americanas de Engenharia Estrutural*, v. 28, p. 7-20.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2010). NBR 6122. *Estacas- Prova de carga estática: método de ensaio*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2006). NBR 12131. *Estacas- Prova de carga estática: método de ensaio*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2003). NBR 6118. *Projeto de estruturas de concreto: procedimento*. Rio de Janeiro.
- Baixar Mapas (2019). Disponível em <http://www.baixarmapas.com.br/mapa-do-brasil-dividido-em-regioes/>. Acesso em 14/02/19 as 15:30.
- Campos, G. G. G. (2005) *Análises experimental e numérica de provas de carga em estacas apiloadas em solo laterítico de Londrina/PR*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Londrina, Londrina/PR.162p.
- Cintra, J. C. A.; Aoki, N. (2010) *Fundações por estacas: projeto geotécnico*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Cunha, R. P.; Kuklík, P. (2003) Numerical evaluation of deep foundations in tropical soil of the federal district of brazil by means of a semi-analytical mathematical procedure. *Solos e Rocha*, 26(2), p. 167-182.
- Décourt, L. (2008) Provas de carga em estacas podem dizer muito mais do que têm dito. In: SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES ESPECIAIS E GEOTECNIA - SEFE, 6, 2008, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABMS. v. 1, p. 221-245.
- Fellenius, B.H. (2018) *Basic of Foundation Design*. Eletronic Edition. Calgary, disponível em www.fellenius.net
- Kolev, C., Maslarski, S. (2016) Experimental Evidence for the Relationship between the Elastic Shortening of RC Piles to the Overall Subsidence of Foundations. In: GEO-CHINA 2016. p. 52-58.
- Melo, B. N. (2009) *Análise de Provas de Carga a Compressão à Luz do Conceito de Rigidez*. Dissertação de Mestrado, FEC, UNICAMP, Campinas, SP, 166p.
- Menezes, S. M., Sampaio, F. M. T., Ribeiro, K. D., Carvalho, D. (2004) Provas de carga em estacas pré-moldadas ensaiadas em areias porosas. *Revista Escola de Minas*, 57(4), p. 285-289.
- Pérez, N. B. M. (2014) *Análise de transferência de carga em estacas escavadas em solo da região de Campinas/SP*. Dissertação de Mestrado, FEC, UNICAMP, Campinas, SP, 166p.
- Velloso, D. A.; Lopes, F. R. (2010) *Fundações: critérios de projetos, investigação do subsolo, fundações superficiais, fundações profundas*. São Paulo: Oficina de Textos, 1 v.

APÊNDICE

Tabela A1. Características das estacas estudadas.

Cód.	Local	Tipo de Estaca	L (m)	D (mm)	L/D	Fonte (Ano)
E001	Campinas, SP	Pré-moldada	14,00	180	78	Albuquerque (1996)
E002	Campinas, SP	Escavada	12,00	400	30	Albuquerque (2001)
E003	Campinas, SP	Escavada	12,00	400	30	Albuquerque (2001)
E004	Campinas, SP	Escavada	12,00	400	30	Albuquerque (2001)
E005	Campinas, SP	Escavada	12,00	400	30	Albuquerque (2001)
E006	Campinas, SP	Escavada	12,00	400	30	Albuquerque (2001)
E007	Campinas, SP	Hélice Contínua	12,00	400	30	Albuquerque (2001)
E008	Campinas, SP	Hélice Contínua	12,00	400	30	Albuquerque (2001)
E009	Campinas, SP	Hélice Contínua	12,00	400	30	Albuquerque (2001)
E010	Campinas, SP	Hélice Contínua	12,00	400	30	Albuquerque (2001)
E011	Campinas, SP	Hélice Contínua	12,00	400	30	Albuquerque (2001)
E012	Campinas, SP	Hélice Contínua	12,00	400	30	Albuquerque (2001)
E013	Campinas, SP	Ômega	12,00	360	33	Albuquerque (2001)
E014	Campinas, SP	Ômega	12,00	360	33	Albuquerque (2001)
E015	Campinas, SP	Ômega	12,00	360	33	Albuquerque (2001)
E016	Campinas, SP	Ômega	12,00	360	33	Albuquerque (2001)
E017	Campinas, SP	Raiz	23,00	310	74	Garcia (2006)
E018	Campinas, SP	Raiz	12,00	400	30	Nogueira (2004)
E019	Campinas, SP	Raiz	12,00	400	30	Nogueira (2004)
E020	Campinas, SP	Raiz	12,00	400	30	Nogueira (2004)
E021	Campinas, SP	Escavada	5,00	250	20	Pérez (2014)
E022	Campinas, SP	Escavada	5,00	300	17	Pérez (2014)
E023	Campinas, SP	Escavada	5,00	400	13	Pérez (2014)
E024	Campinas, SP	HC segmentada	12,00	300	40	Mucheti (2008)
E025	Campinas, SP	HC segmentada	12,00	300	40	Mucheti (2008)
E026	Campinas, SP	Escavada	5,00	250	20	Schulze (2013)
E027	Bauru, SP	Apiloadada	4,00	250	16	Ferreira (1998)
E028	Bauru, SP	Apiloadada	7,00	250	28	Ferreira (1998)
E029	Bauru, SP	Apiloadada	10,00	250	40	Ferreira (1998)
E030	Bauru, SP	Apiloadada	10,00	250	40	Ferreira (1998)
E031	Ilha Solteira, SP	Pré-moldada	12,00	192	63	Menezes (1997)
E032	Ilha Solteira, SP	Pré-moldada	12,00	192	63	Menezes (1997)
E033	Ilha Solteira, SP	Pré-moldada	12,00	192	63	Menezes (1997)
E034	Ilha Solteira, SP	Escavada	6,00	300	20	França (2017)
E035	Ilha Solteira, SP	Escavada	6,00	300	20	França (2017)
E036	Ilha Solteira, SP	Escavada	6,00	300	20	França (2017)
E037	Ilha Solteira, SP	Escavada	6,00	300	20	França (2017)
E038	Ilha Solteira, SP	Escavada	6,00	300	20	França (2017)
E039	Ilha Solteira, SP	Escavada	6,00	300	20	França (2017)
E040	São Paulo, SP	Piloto (Metálica)	4,20	88,9	47	Souza (2001)
E041	São Paulo, SP	Piloto (Metálica)	4,20	88,9	47	Souza (2001)
E042	São Paulo, SP	Piloto (Metálica)	6,98	88,9	79	Souza (2001)
E043	Ilha Solteira, SP	Piloto (Metálica)	9,15	88,9	103	Souza (2001)
E044	Ilha Solteira, SP	Piloto (Metálica)	9,15	88,9	103	Souza (2001)
E045	Ilha Solteira, SP	Piloto (Metálica)	9,15	88,9	103	Souza (2001)
E046	São Carlos, SP	Piloto (Metálica)	6,58	88,9	74	Souza (2001)
E047	São Carlos, SP	Piloto (Metálica)	6,58	88,9	74	Souza (2001)
E048	São Carlos, SP	Piloto (Metálica)	6,58	88,9	74	Souza (2001)
E049	São Paulo, SP	Hélice Contínua	7,50	350	21	ABEF (1989)

E050	São Paulo, SP	Hélice Contínua	7,50	350	21	ABEF (1989)
E051	São Paulo, SP	Barrete	7,50	917	8	ABEF (1989)
E052	São Paulo, SP	Barrete	7,50	917	8	ABEF (1989)
E053	São Paulo, SP	Micro-estaca	7,00	127	55	ABEF (1989)
E054	São Paulo, SP	Micro-estaca	7,00	127	55	ABEF (1989)
E055	São Paulo, SP	Escavada	7,50	700	11	ABEF (1989)
E056	São Paulo, SP	Pré-Moldada	7,50	500	15	ABEF (1989)
E057	São Paulo, SP	Pré-Moldada	7,50	500	15	ABEF (1989)
E058	Osasco, SP	Escavada	22,70	1200	19	França (2011)
E059	Osasco, SP	Escavada	29,70	1200	25	França (2011)
E060	Osasco, SP	Escavada	29,80	1200	25	França (2011)
E061	Santos, SP	Metálica	49,00	343	143	Falconi e Perez Jr
E062	Santos, SP	Metálica	51,00	345	148	Falconi e Perez Jr
E063	Santos, SP	Escavada	54,00	1000	54	Almeida e Maset
E064	Santos, SP	Escavada	57,50	1000	58	Almeida e Maset
E065	Santos, SP	Escavada	57,00	1000	57	Almeida e Maset
E066	Santos, SP	Escavada	60,00	1000	60	Almeida e Maset
E067	Santos, SP	Escavada	58,00	1000	58	Falconi et al. (2016)
E068	São Carlos, SP	Escavada	10,00	350	29	Mantilla et al. (1994)
E069	São Carlos, SP	Escavada	10,00	400	25	Mantilla et al. (1994)
E070	São Carlos, SP	Escavada	10,00	500	20	Mantilla et al. (1994)
E071	São Carlos, SP	Tubulão	8,00	600	13	Carneiro (1999)
E072	São Carlos, SP	Tubulão	8,00	600	13	Carneiro (1999)
E073	São Carlos, SP	Raiz	16,00	250	64	Carvalho et al. (1991)
E074	Itatiba, SP	Hélice Contínua	14,75	700	21	Prununciati et al
E075	Itatiba, SP	Hélice Contínua	12,85	600	21	Prununciati et al
E076	Itatiba, SP	Hélice Contínua	21,80	700	31	Prununciati et al
E077	Rio de Janeiro, RJ	Escavada	24,00	670	36	Lopes (1986)
E078	Rio de Janeiro, RJ	Ecopile	17,75	460	39	Polido et al (2014)
E079	Rio de Janeiro, RJ	Injetada	18,00	400	45	Polido e Alledi
E080	Rio de Janeiro, RJ	Injetada	18,40	400	46	Polido e Alledi
E081	Goiânia, GO	Raiz	12,00	310	39	Cruz Jr (2016)
E082	Brasília, DF	Escavada	7,65	300	26	Guimarães (2002)
E083	Brasília, DF	Hélice Contínua	18,50	400	46	Soares (2004)
E084	Taguatinga, DF	Escavada	19,80	1200	17	Soares (2004)
E085	Taguatinga, DF	Escavada	13,40	600	22	Soares (2004)
E086	Guará, DF	Hélice Contínua	15,12	400	38	Silva (2011)
E087	Guará, DF	Hélice Contínua	15,30	400	38	Silva (2011)
E088	Brasília, DF	Hélice Contínua	17,50	800	22	Silva (2011)
E089	Brasília, DF	Hélice Contínua	17,50	800	22	Silva (2011)
E090	Brasília, DF	Hélice Contínua	14,80	800	19	Silva (2011)
E091	Brasília, DF	Hélice Contínua	16,60	800	21	Silva (2011)
E092	Maceió, AL	Escavada	9,20	312	29	Marques (2004)
E093	Maceió, AL	Escavada	9,20	312	29	Marques (2004)
E094	Maceió, AL	Escavada	9,20	338	27	Marques (2004)
E095	Maceió, AL	Escavada	9,20	338	27	Marques (2004)
E096	Maceió, AL	Escavada	9,15	333	27	Marques (2004)
E097	Maceió, AL	Escavada	9,15	333	27	Marques (2004)
E098	Maceió, AL	Escavada	9,30	335	28	Marques (2004)
E099	Maceió, AL	Escavada	9,30	335	28	Marques (2004)
E100	Maceió, AL	Escavada	9,30	321	29	Marques (2004)
E101	Maceió, AL	Escavada	9,30	321	29	Marques (2004)
E102	EMBRAPA, PA	Injetada	6,00	250	24	Sandalla Neto et al.

E103	EMBRAPA, PA	Injetada	6,00	300	20	Sandalla Neto et al.
E104	EMBRAPA, PA	Injetada	6,00	340	18	Sandalla Neto et al.
E105	Belém, PA	Metálica	30,00	341	88	Alencar Jr et al.
E106	Recife, PE	Pré-Moldada	11,20	350	32	Soares (2006)
E107	Recife, PE	Pré-Moldada	11,20	350	32	Soares (2006)
E108	Recife, PE	Mista	33,05	500	97	Melo (2015)
E109	Recife, PE	Pré-moldada	18,96	341	38	Melo (2015)
E110	Araquari, SC	Hélice Contínua	9,60	500	19	Benetti (2016)
E111	Araquari, SC	Escavada	15,70	500	22	Pereira (2016)
E112	Araquari, SC	Escavada (Polim)	22,47	700	22	Nienov (2016)
E113	Araquari, SC	Escavada (Bent)	23,05	1000	23	Nienov (2016)
E114	Vitória, ES	Hélice Contínua	7,70	1000	19	Alledi (2013)
E115	Vitória, ES	Hélice Contínua	11,85	400	30	Alledi (2013)
E116	Vitória, ES	Hélice Contínua	14,95	400	37	Alledi (2013)
E117	Vitória, ES	Hélice Contínua	23,65	400	59	Alledi (2013)
E118	Serra, ES	Hélice Contínua	15,80	400	40	Alledi (2013)
E119	Serra, ES	Hélice Contínua	16,80	400	42	Alledi (2013)
E120	Curitiba, PR	Hélice Contínua	11,12	400	19	Brandi e Thá (2015)

Tabela A2. Fontes de pesquisa do banco de dados

Cód.	Referência Bibliográfica
E001	Albuquerque, P. J. R. (1996) <i>Análise do comportamento de estaca pré-moldada de pequeno diâmetro, instrumentada, em solo residual de diabásio da região de Campinas</i> . Dissertação de Mestrado, FEAGRI, UNICAMP, Campinas, SP, 170 p.
E002 a E016	Albuquerque, P. J. R. (2001). <i>Estacas escavadas, hélice contínua e ômega: estudo do comportamento à compressão em solo residual de diabásio, através de provas de carga instrumentadas em profundidade</i> . Tese de Doutorado, EPUSP, São Paulo, SP, 263 p.
E017	Garcia, J. R. (2006) <i>Estudo do comportamento carga vs recalque de estacas raiz carregadas à compressão</i> . Dissertação de Mestrado, FEC, UNICAMP, Campinas, SP, 165p.
E018 a E020	Nogueira, R. C. R. (2004) <i>Comportamento de estacas tipo raiz, instrumentadas, submetidas à compressão axial, em solo de diabásio</i> . Dissertação de Mestrado, FEC, UNICAMP, Campinas, SP, 204p.
E021 a E023	Pérez, N. B. M. (2014) <i>Análise de transferência de carga em estacas escavadas em solo da região de Campinas/SP</i> . Dissertação de Mestrado, FEC, UNICAMP, Campinas, SP, 166p.
E024 e E025	Mucheti, A.S. (2008). <i>Estaca Hélice Segmentada: execução, verificação de integridade e estudo do comportamento</i> . Dissertação de Mestrado, EPUSP, São Paulo, SP, 123p.
E026	Schulze, T. (2013) <i>Análise da capacidade de carga de estaca escavada instrumentada de pequeno diâmetro por meio de métodos semi-empíricos</i> . Dissertação de Mestrado, FEC, UNICAMP, Campinas, SP, 126f.
E027 a E030	Ferreira, C. V. (1998) <i>Efeito da inundação do solo no comportamento de estacas moldadas in loco, instrumentadas, em campo experimental de Bauru-SP</i> . Tese de Doutorado, EESC, USP, São Carlos, SP, 160p.
E031 a E033	Menezes, S. M. (1997) <i>Análise do comportamento de estacas pré-moldadas em solo de alta porosidade do interior do Estado de São Paulo</i> . Tese de Doutorado, EPUSP, São Paulo, SP, 377p.
E034 a E039	França, V. H. (2017) <i>Comportamento de estaca moldada “in loco” instrumentada e confeccionada com concreto incorporando resíduo de borracha</i> . Tese de Doutorado, FEC, UNICAMP, Campinas, SP, 254p.

E040 a E048	Souza, A. (2001) <i>Estaca piloto instrumentada: uma ferramenta para o estudo da capacidade de carga de estacas quando submetidas a esforços axiais de compressão</i> . Tese de Doutorado, EPUSP, Departamento de Engenharia de Estruturas e Fundações, São Paulo, SP, 250p.
E049 a E057	ABEF (1989) <i>Research on Foundation Engineering. Published on the Occasion of the XII ICSMF</i> , ABEF, São Paulo, SP, 86p.
E058 a E060	França, D. C. (2011) <i>Provas de carga estáticas instrumentadas em profundidade em estacas escavadas de grande diâmetro (Estacões)</i> . Mestrado em Engenharia Civil, EPUSP, São Paulo, SP, 230f.
E061	Falconi, F. F., Perez, W. (2008a) Prova de carga estática instrumentada em estaca metálica de seção decrescente com a profundidade na Baixada Santista - Análise de desempenho e critérios de dimensionamento. In: IV CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE GEOTECNIA E XI CONGRESSO NACIONAL DE GEOTECNIA, <i>Anais...Coimbra</i> , Portugal, vol. 4, p. 147-154.
E062	Falconi, F. F., Perez, W. (2008b) Estacas Metálicas Profundas de seção decrescente na Baixada Santista - complemento aos estudos anteriores com base em novas provas de carga. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES, Búzios, RJ, <i>Anais...CD-ROM</i> .
E063 a E066	Almeida, L. R., Maset, V. L. (2014) <i>Estudo dos critérios técnico-econômicos e logísticos do projeto de fundações por estacas escavadas com fluido estabilizante na Baixada Santista</i> . Trabalho de Formatura, EPUSP, Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotécnica, São Paulo, SP, 78 p.
E067	Falconi, F. F., Corrêa, C. N., Maset, V. L. (2016) Prova de Carga Estática Prévia e Instrumentada em Estaca Escavada de Grande Diâmetro na Baixada Santista. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E FUNDAÇÕES, Belo Horizonte, MG, <i>Anais... CD-ROM</i> .
E068 a E070	Mantilla, J. N. R., Albiero, J. H., Carvalho, D. (1994) Transferência de carga em estacas escavadas à compressão. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E FUNDAÇÕES, <i>Anais...vol.1</i> , p. 303-310.
E071 e E072	Carneiro, B. J. I. (1999) <i>Comportamento de tubulões à céu aberto, instrumentados, em solo não-saturado, colapsível</i> . Tese de Doutorado, USP, EESC, São Carlos, SP, 246p.
E073	Carvalho, D., Mantilla, J. N. R., Albiero, J. H., Cintra, J. C. A. (1991) Provas de carga à tração e à compressão em estacas instrumentadas do tipo raiz. In: SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES ESPECIAIS - SEFE, 2, São Paulo. <i>Anais...São Paulo</i> , ABMS, v.1, p.79-87.
E074 a E076	Prununciati, P. L. (2016) <i>Recalques em fundações profundas: análise em estacas hélice contínua</i> . Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Faculdade de Engenharia de Sorocaba, Sorocaba, SP, 111p.
E077	Lopes, F. R. (1986) Medições de transferência de carga. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES, Porto Alegre, RS, <i>Anais...p. 25-42</i>
E078	Polido <i>et al.</i> (2014) Estaca tipo ECOPILE – prova de carga à compressão instrumentada. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES, Goiânia, GO, <i>Anais...CD-ROM</i> .
E079	Polido, F. U., Alledi, C. T. D. B. (2000) Comportamento de estacas tubadas injetadas a alta pressão. In: SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES ESPECIAIS - SEFE, 4, São Paulo. <i>Anais...São Paulo</i> , ABMS, p.403-415.
E081	Cruz Junior, A. J. (2016) <i>Instrumentação de fundações estaqueadas</i> . 2016. Dissertação de Mestrado, EEC, PPGEC, UFG, Goiânia, 208p.

E082	Guimarães, R. C. (2002) <i>Análise das propriedades e comportamento de um perfil de solo laterítico aplicada ao estudo do desempenho de estacas escavadas</i> . Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, UnB, Brasília, DF, 183p.
E083 a E085	Soares, J. M. (2004) <i>Estudo numérico experimental da interação solo-estrutura em dois edifícios do Distrito Federal</i> , Tese (Doutorado), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 265 p.
E086	Silva, C. M. (2011) <i>Energia e confiabilidade aplicadas aos estaqueamentos tipo hélice contínua</i> . Tese (Doutorado), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, UnB, Brasília, DF, 303 p.
E092 a E101	Marques, J. A. F. (2004). <i>Estudos de estacas escavadas de pequeno diâmetro, com bulbos, instrumentadas em profundidade, em terrenos sedimentares</i> . Tese de Doutorado, EPUSP, São Paulo, SP, 319p.
E102 a E104	Sandalla Neto, S. F., Bernardes, G. P., Alencar, J. A. (1998) Análise da distribuição de cargas e atrito lateral unitário de estacas injetadas instrumentadas. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA, Brasília, DF, <i>Anais...v.3</i> , p. 1511-1518.
E105	Alencar Junior, J. A. et al. (2015) Apresentação e interpretação de prova de carga monitorada em perfil metálico para fundação de prédio alto na cidade de Belém-PA. In: SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES ESPECIAIS - SEFE, 8, São Paulo. <i>Anais...São Paulo, ABMS</i> .
E106 e E107	Soares, F. L. (2006) <i>Análise de provas de carga estática em estacas pré-moldadas instrumentadas em depósitos argilosos</i> . Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia Civil, UFPE, Recife, PE, 258p.
E108 e E109	Melo, E. O. (2015) <i>Análise do comportamento de estacas pré-moldada e mista, instrumentadas, em solo sedimentar da região do Recife/PE</i> . Dissertação de Mestrado, FEC, UNICAMP, Campinas, SP, 237p.
E110	Benetti, L. B. (2016) <i>Estacas hélice contínua executadas em solos de formação Guabirotuba: estudo do comportamento e reavaliação de métodos semiempíricos de previsão da capacidade de carga</i> . Dissertação de Mestrado, Setor de Tecnologia, PPGCEC, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 257p.
E111	Pereira, D. A. (2016) <i>Análise de provas de carga estática instrumentadas em estacas escavadas em areia</i> . Dissertação de Mestrado, Setor de Tecnologia, PPGCEC, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 190p.
E112 e E113	Nienov, F. A. (2016) <i>Desempenho de estacas escavadas de grande diâmetro em solo arenoso sob carregamento vertical</i> . Tese de Doutorado em Engenharia Civil, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, RS, 267p.
E114 a E119	Alledi., C.T.D.B. (2013) <i>Transferência de carga de estacas hélice contínua instrumentadas em profundidade</i> . Tese de Doutorado em Engenharia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 293 p.
E120	Brandi e Thá (2015) Análise dos resultados de prova de carga instrumentada em estaca hélice contínua na cidade de Curitiba. In: SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES ESPECIAIS - SEFE, 8, São Paulo. <i>Anais...São Paulo, ABMS</i> .

Tabela A3. Encurtamento elástico para as estacas estudadas

Cód.	Tipo de Ensaio	f_{ck}	E_{mat}	E_{inst}	Material		Instrumentação	
					NBR	Aoki	NBR	Aoki
E001	SML	41,5	30.664	24.398	4,35	3,11	5,47	3,91
E002	SML	22,0	22.326	20.800	2,61	1,60	2,80	1,72
E003	SML	22,0	22.326	19.400	2,77	1,81	3,20	2,09
E004	QML	22,0	22.326	21.800	2,87	1,99	2,94	2,03
E005	SML	22,0	22.326	19.300	2,83	1,71	3,27	1,98
E006	QML	22,0	22.326	18.200	3,22	1,95	3,95	2,39
E007	SML	30,5	26.288	23.000	3,30	1,83	3,77	2,09
E008	QML	30,5	26.288	24.200	2,81	1,52	3,05	1,65
E009	SML	30,5	26.288	22.200	3,30	1,84	3,91	2,18
E010	QML	30,5	26.288	21.100	3,28	1,75	4,09	2,19
E011	SML	30,5	26.288	15.200	2,43	1,24	4,21	2,14
E012	QML	30,5	26.288	11.200	2,42	1,17	5,68	2,75
E013	SML	30,5	26.288	28.100	6,54	4,04	6,12	3,78
E014	QML	30,5	26.288	29.700	5,71	3,39	5,05	3
E015	SML	30,5	26.288	35.700	5,96	4,00	4,38	2,94
E016	QML	30,5	26.288	45.700	5,42	3,37	3,11	1,94
E017	SML	32,3	27.053	33.400	22,53	13,34	18,14	10,81
E018	SML	26,8	24.642	21.400	3,60	2,02	4,15	2,33
E019	SML	26,8	24.642	15.000	3,57	1,98	5,89	3,26
E020	SML	26,8	24.642	17.200	3,58	2,05	5,14	2,94
E021	SML	25,0	23.800	35.470	0,70	0,38	0,47	0,26
E022	SML	25,0	23.800	32.540	0,49	0,32	0,36	0,24
E023	SML	25,0	23.800	37.390	0,38	0,21	0,24	0,13
E024	SML	20,0	21.287	29.900	6,11	4,21	4,34	3
E025	QML	20,0	21.287	35.300	5,33	3,85	3,20	2,32
E026	SML	25,0	23.800	36.000	0,70	0,38	0,46	0,25
E027	SML	33,0	27.344	27.300	0,42	0,32	0,42	0,32
E028	SML	33,0	27.344	28.200	1,41	1,18	1,37	1,15
E029	SML	33,0	27.344	26.300	3,60	3,25	3,75	3,38
E030	SML	33,0	27.344	25.700	2,44	1,59	2,60	1,69
E031	SML	35,0	28.161	31.628	3,16	2,96	2,80	2,63
E032	SML	35,0	28.161	27.129	2,88	2,77	2,99	2,87
E033	SML	35,0	28.161	27.827	1,93	2,14	1,95	2,16
E034	QML	40,2	30.180	27.170	0,21	0,42	0,23	0,46
E035	QML	40,2	30.180	27.170	0,21	0,44	0,24	0,49
E036	QML	40,2	30.180	27.170	0,20	0,42	0,22	0,46
E037	QML	31,8	26.842	33.102	0,23	0,45	0,19	0,37
E038	QML	31,8	26.842	33.102	0,23	0,44	0,19	0,36
E039	QML	31,8	26.842	33.102	0,23	0,43	0,19	0,35
E040	QML	-	205.000	-	0,15	0,17	-	-
E041	QML	-	205.000	-	0,15	0,17	-	-
E042	QML	-	205.000	-	0,46	0,53	-	-
E043	QML	-	205.000	-	0,28	0,31	-	-
E044	QML	-	205.000	-	0,29	0,31	-	-
E045	QML	-	205.000	-	0,30	0,30	-	-
E046	QML	-	205.000	-	0,16	0,18	-	-
E047	QML	-	205.000	-	0,15	0,18	-	-
E048	QML	-	205.000	-	0,15	0,19	-	-
E049	SML	-	25.000	23.906	1,45	0,84	1,52	0,87
E050	QML	-	25.000	23.906	1,63	1,24	1,71	1,3



E051	SML	29,6	25.897	21.818	0,98	0,91	1,16	1,08
E052	QML	29,6	25.897	21.818	1,79	1,41	2,13	1,68
E053	SML	-	25.600	32.366	-	8,36	-	6,61
E054	QML	-	25.600	32.366	-	9,71	-	7,68
E055	QML	28,0	25.188	24.050	1,00	1,03	1,05	1,08
E056	SML	30,0	26.072	23.937	-	2,68	-	2,92
E057	QML	30,0	26.072	23.937	-	3,11	-	3,39
E058	SML	29,4	25.810	34.500	6,80	4,00	5,08	2,99
E059	SML	29,4	25.810	28.300	-	7,59	-	6,92
E060	SML	29,4	25.810	32.700	-	8,50	-	6,71
E061	QML	-	205.000	-	4,23	5,04	-	-
E062	QML	-	205.000	-	4,37	5,49	-	-
E063	SML	20,0	21.287	-	-	17,63	-	-
E064	SML	20,0	21.287	-	-	7,23	-	-
E065	SML	20,0	21.287	-	-	14,00	-	-
E066	SML	20,0	21.287	-	-	14,86	-	-
E067	SML	-	25.000	-	-	11,31	-	-
E068	SML	15,0	18.435	30.736	3,40	2,25	2,02	1,35
E069	SML	15,0	18.435	30.736	2,98	2,28	1,78	1,36
E070	SML	15,0	18.435	26.840	2,31	1,70	1,58	1,17
E071	SML	25,7	24.131	23.000	0,57	0,31	0,60	0,33
E072	SML	25,7	24.131	23.000	0,53	0,39	0,56	0,41
E073	SML	-	25.600	24.800	12,09	8,77	12,52	9,05
E074	SML	-	25.000	-	4,96	2,82	-	-
E075	SML	-	25.000	-	3,93	2,87	-	-
E076	SML	-	25.000	-	8,04	5,41	-	-
E077	SML	-	25.000	20.000	5,06	4,05	6,39	5,06
E078	SML	45,0	31.931	-	6,62	4,93	-	-
E079	SML	18,0	20.195	45.870	3,13	2,65	1,32	1,17
E080	SML	18,0	20.195	45.870	2,94	1,93	1,25	0,85
E081	SML	-	25.600	23.250	-	3,35	-	3,69
E082	SML	-	20.000	21.200	1,38	0,88	1,30	0,83
E083	SML	-	25.000	-	6,08	3,78	-	-
E084	SML	13,5	30.000	-	-	1,03	-	-
E085	SML	13,5	30.000	-	-	2,09	-	-
E086	SML	-	25.000	-	4,03	2,72	-	-
E087	SML	-	25.000	-	6,04	4,61	-	-
E088	SML	-	25.000	-	1,95	1,60	-	-
E089	SML	-	25.000	-	-	1,01	-	-
E090	SML	-	25.000	-	-	1,89	-	-
E091	SML	-	25.000	-	-	1,91	-	-
E092	SML	22,0	22.326	21.000	1,01	0,67	1,07	0,71
E093	QML	22,0	22.326	21.500	1,30	0,74	1,35	0,77
E094	SML	22,0	22.326	20.900	1,33	1,24	1,42	1,33
E095	QML	22,0	22.326	20.900	2,03	1,52	2,17	1,62
E096	SML	22,0	22.326	19.500	2,65	1,53	3,03	1,75
E097	QML	22,0	22.326	19.300	3,00	1,67	3,50	1,93
E098	SML	22,0	22.326	23.100	2,45	1,82	2,36	1,76
E099	QML	22,0	22.326	24.500	4,16	2,23	3,79	2,04
E100	SML	22,0	22.326	20.600	1,79	1,68	1,96	1,82
E101	QML	22,0	22.326	21.400	3,93	2,07	4,11	2,16
E102	SML	-	25.600	-	-	0,40	-	-
E103	SML	-	25.600	-	-	0,23	-	-



E104	SML	-	25.600	-	-	0,27	-	-
E105	SML	-	204.800	-	2,65	2,05	-	-
E106	QML	-	20.900	22.430	0,74	0,49	0,69	0,45
E107	QML	-	20.900	22.450	0,68	0,49	0,63	0,45
E108	SML	-	45.000	43.500	-	9,34	-	9,66
E109	SML	-	45.000	46.000	-	3,65	-	3,58
E110	SML	-	25.000	28.600	2,55	2,77	2,23	2,42
E111	SML	38,0	29.343	50.000	3,53	2,23	2,04	1,31
E112	SML	33,0	27.344	26.000	7,15	3,43	7,52	3,61
E113	SML	34,7	28.040	40.000	3,63	2,90	2,51	2,03
E114	SML	-	25.000	27.100	1,41	1,07	1,30	0,99
E115	SML	-	25.000	24.000	3,13	2,66	3,28	2,78
E116	SML	-	25.000	35.000	-	5,26	-	3,76
E117	SML	-	25.000	26.600	-	6,29	-	5,91
E118	SML	-	25.000	21.400	8,81	6,70	10,58	7,83
E119	SML	-	25.000	21.500	-	7,62	-	8,86
E120	SML	-	25.000	31.440	5,44	4,07	4,26	3,24