

DOI: 10.47094/COBRAMSEG2024/289

Capacidade de Carga de Estacas Hélice Contínua: Estudo de caso com Métodos Semiempíricos e Prova de Carga Estática

Pedro Henrique Lopes Dal-Cól

Docente, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil, eng.pedro.dalcol@uel.br

Jean Luca da Silva Barp

Graduando, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil, jean.luca.silva@uel.br

Alana Dias de Oliveira

Docente, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Brasil, alanaoliveira@utfpr.edu.br

Amanda Regina Foggiato Christoni

Doutoranda, Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil, arfchristoni@usp.br

Raquel Souza Teixeira

Docente, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil, raquel@uel.br

RESUMO: Este estudo compara a capacidade de carga estimada por métodos semiempíricos e critérios de ruptura baseados em resultados de prova de carga estática de duas estacas hélice contínua de um edifício residencial de Londrina-PR. O perfil geotécnico é constituído de argila de consistência muito mole à média, porosa, laterítica e colapsível, atingindo $N_{spts} > 40$ em maiores profundidades. As estacas possuem diâmetro de 0,5 m, comprimento de 18 m e 20 m e carga de trabalho de 1000 kN. Foram aplicados os métodos de Aoki e Velloso (1975), Décourt e Quaresma (1978), Antunes e Cabral (1996) e Alonso (1996) e as curvas carga vs deslocamento foram analisadas a partir da aplicação do método de Van Der Veen (1953), de Van Der Veen modificado por Aoki (1976), do conceito de rigidez de Décourt (1996, 2008) e da NBR 6122 (ABNT, 2022). Os métodos semiempíricos apresentaram média de 2282 kN (Estaca 1) e 2516 kN (Estaca 2). As provas de carga acarretaram deslocamentos reduzidos, da ordem de 0,5 a 1 % do diâmetro das estacas. Ainda assim, observa-se a previsão de Van Der Veen (1953) e Aoki (1976) coerentes, enquanto Décourt (1996, 2008) indica as estacas trabalhando essencialmente por atrito lateral. O método da NBR não teve aplicação viável.

PALAVRAS-CHAVE: Estaca hélice contínua, prova de carga estática, métodos semiempíricos.

ABSTRACT: This study compares the load-bearing capacity estimated through semi-empirical methods and failure criteria based on static load test results for two continuous flight auger piles of a residential building in Londrina-PR. The geotechnical profile is constituted by clay of consistence very soft to medium, porous, lateritic, and collapsible, reaching $N_{spts} > 40$ at greater depths. The piles have diameters of 0.5 m, lengths of 18 m and 20 m, and a working load of 1000 kN. Methods by Aoki and Velloso (1975), Décourt and Quaresma (1978), Antunes and Cabral (1996), and Alonso (1996) were applied, and the load vs. displacement curves were analyzed using the method by Van Der Veen (1953), Van Der Veen modified by Aoki (1976), the rigidity concept by Décourt (1996, 2008), and the NBR 6122 (ABNT, 2022) standard. The semi-empirical methods yielded an average of 2282 kN (Pile 1) and 2516 kN (Pile 2). The load tests resulted in reduced displacements, on the order of 0.5 to 1 % of the piles' diameters. Nonetheless, the predictions by Van Der Veen (1953) and Aoki (1976) were found to be consistent, while Décourt (1996, 2008) indicated that the piles primarily work through lateral friction. The NBR method was not viably applied.

KEYWORDS: Continuous flight auger piles, Static load test, Semi-empiric methods

1 INTRODUÇÃO

Desde a sua introdução no Brasil no final da década de 1980, as estacas hélice contínua ganharam ampla aceitação, especialmente em centros urbanos, devido às suas vantagens, como baixa geração de vibração e alta produtividade. Essas estacas alcançam profundidades significativas e permitem sua execução abaixo do nível d'água. Durante a execução, o monitoramento eletrônico da profundidade, rotação do trado, velocidade de descida do trado e pressão hidráulica do sistema contribuem para o controle de qualidade do estaqueamento (VELLOSO; LOPES, 2010).

A determinação da capacidade de carga dessas estacas é fundamental para a segurança e eficácia de projetos de engenharia geotécnica. Tradicionalmente, recorre-se a métodos semiempíricos, como os desenvolvidos por Aoki e Velloso (1975) e Décourt e Quaresma (1978, 1996), que se aplicam a uma variedade de tipos de estacas e solos. Métodos específicos para a estaca hélice contínua foram propostos por Antunes e Cabral (1996) e Alonso (1996) oferecendo ferramentas adaptadas às suas particularidades (VELLOSO; LOPES, 2010).

A capacidade de carga também pode ser obtida por meio da interpretação da curva carga vs deslocamento de uma prova de carga estática. No caso em que a curva de carga vs deslocamento não apresenta uma ruptura nítida, deve-se determinar um ponto de ruptura convencional, previsto pelo método demonstrado na NBR 6122 (ABNT, 2022). Alternativamente, também é possível definir a ruptura a partir da extrapolação da curva obtida com a aplicação dos métodos de Van Der Veen (1953) e Van Der Veen modificado por Aoki (1976) (CARVALHO; ALBUQUERQUE, 2023). O método de Décourt (1996, 2008), destaca-se por sua abordagem baseada no conceito de rigidez, possibilitando a separação da resistência de ponta e resistência lateral a partir dos resultados de provas de carga estática convencionais (não instrumentadas) (MELO *et al.*, 2012; MELO, 2009).

Alledi *et al.*, 2015 ressalva que a aplicabilidade dos métodos de previsão de capacidade de carga de estacas é influenciada pelas características geotécnicas locais, podendo conduzir a resultados consideravelmente acima ou abaixo das cargas de ruptura observadas nos ensaios de prova de carga estática. Neste sentido, Christoni (2017) analisou a carga de ruptura de estacas escavadas e apiloadas executadas no Campo Experimental de Engenharia Geotécnica da Universidade Estadual de Londrina e encontrou resultados conservadores de métodos semiempíricos em comparação aos resultados de provas de carga estática.

O presente estudo se propõe a avaliar a capacidade de carga de duas estacas hélice contínua em uma obra de um edifício residencial executado em Londrina-PR, comparando os resultados obtidos por métodos semiempíricos com aqueles derivados de critérios de ruptura a partir dos resultados de prova de carga estática.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A obra está situada no município de Londrina, região norte do Paraná. Conforme Gonçalves *et al.* (2018), o solo de Londrina apresenta a argila como fração granulométrica principal, alta porosidade e elevado índice de vazios. Conforme aponta Christoni *et al.* (2019), com relevo ondulado suave e clima subtropical, o intemperismo atua até grandes profundidades, fazendo com que o solo apresente características de laterização e colapsibilidade. Decorrente deste processo, observa-se a alta concentração de óxidos de ferro no solo, resultando uma coloração vermelha do solo e um alto valor de massa específica dos sólidos. Na Tabela 1 estão apresentados a composição granulométrica e caracterização do solo. Outras características e parâmetros de comportamento do solo de Londrina podem ser vistos em Dal-Cól (2022).

Tabela 1. Características físicas Composição Granulométrica do solo de Londrina, Gonçalves *et al.* (2018).

Composição Granulométrica	Valor
Argila (%)	55,5
Silte (%)	23,5
Areia (%)	21
Característica física	Valor
Limite de Liquidez – LL (%)	51
Limite de Plasticidade – LP (%)	38
Índice de Plasticidade – IP (%)	13
Massa Específica dos Sólidos – ρ_s (g/cm ³)	3,03

Foram realizados cinco ensaios SPT-Ts no terreno da obra, conforme NBR 6484 (ABNT, 2020). Os ensaios apresentaram profundidades variáveis de impenetrável ao amostrador, sendo os dois primeiros (SPT-T 1 e SPT-T 2) próximo de 17 metros, e os três últimos (SPT-T 3, SPT-T 4 e SPT-T 5) cerca de 28 metros. Observa-se nível d'água em todos os furos, ocorrendo em profundidades de 13 m a 19 m. Tendo como base a proximidade do ensaio em relação as estacas estudadas, adotou-se o SPT-T 1 como representativo para Estaca 1, e SPT-T 4 para a Estaca 2. A Tabela 2 apresenta dados dos SPT-Ts 1 e 4.

Tabela 2. SPT-Ts.

Prof. (m)	SPT-T 1			SPT-T 4		
	Nspt	Torque (kgf.cm)	Tipo de solo e consistência*	Nspt	Torque (N.m)	Tipo de solo e consistência*
1	2	1	Argila muito mole	6	10	Argila média
2	3	1		6	30	
3	4	20	Argila mole	5	30	Argila mole
4	4	20		6	30	
5	6	60		6	30	
6	7	80		6	30	Argila média
7	7	80	Argila média	6	30	
8	6	80		9	40	
9	8	100		11	60	Argila rija
10	11	120	Argila rija	12	60	
11	10	120	Argila média	9	40	Silte médio
12	10	120	Silte médio	8	30	
13	12	140		5	30	Silte mole
14	14	160	Silte rijo	7	40	
15	16	200		7	40	Silte médio
16	22	240	Silte muito rijo	8	40	
17	37	300		13	80	Silte rijo
18	40	300	Silte duro	27	200	Silte muito rijo
19				36	220	
20				34	180	
21				38	240	Silte duro
22				43	260	
23				44	280	
24				17	160	
25				15	140	Silte rijo
26				16	160	
27				38	240	Silte duro
28				43	280	

Nota: * consistência conforme NBR 6484 (ABNT, 2020)

As estacas são do tipo Hélice Contínua Monitorada, diâmetro de 0,5 m e comprimento de 18 m (Estaca 1) e 22 m (Estaca 2). Foram seguidos os procedimentos executivos constantes no Anexo N da NBR 6122 (ABNT, 2022) para execução das estacas. Elas fazem parte da fundação de duas torres residenciais multifamiliares, de paredes armadas de concreto, idênticas, de médio padrão, com altura total de 43 metros. A Tabela 3 apresenta os dados das estacas.

Tabela 3. Dados das estacas.

Estaca	Diâmetro (m)	Comprimento (m)	Carga de trabalho (kN)	SPT-T próximo
Estaca 1	0,5	18	1000	SPT-T 1
Estaca 2	0,5	20	1000	SPT-T 4

Realizou-se uma prova de carga estática lenta em cada estaca, conforme NBR 16903 (ABNT, 2020). O sistema de reação foi constituído de duas vigas metálicas (em “X”), 4 estacas de reação (tração) e barras de ancoragem Dywidag, além de conjunto hidráulico, célula de carga, duas vigas de referência e quatro medidores de deslocamentos. Os ensaios foram conduzidos sob umidade natural (constante) e uma foto da execução da prova de carga na Estaca 1 pode ser vista na Figura 2 (a).

Foi prevista a carga de ruptura das estacas pelos métodos semiempíricos de Aoki e Velloso (1975), Décourt e Quaresma (1978, 1996), Antunes e Cabral (1996) e Alonso (1996). Foram aplicados quatro métodos aos resultados das provas de carga: Van Der Veen (1953) e Van Der Veen modificado por Aoki (1976) para extrapolação da curva carga vs deslocamento e determinação da carga de ruptura; método da NBR 6122 (ABNT, 2022) para determinação da carga de ruptura convencional; e Décourt (1996, 2008), baseado no conceito de rigidez, para uma avaliação das resistências lateral e de ponta. Na aplicação de Van Der Veen (1953) e Van Der Veen modificado por Aoki (1976), foi utilizada planilha de Schiavon (2013) e na aplicação Décourt (1996, 2008), planilha disponibilizada por Carvalho e Albuquerque (2023).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 4 e Figura 1 apresentam os resultados das previsões de capacidade de carga pelos métodos semiempíricos para as Estacas 1 e 2.

Tabela 4. Capacidade de carga pelos métodos semiempíricos.

	Estaca 1			Estaca 2		
	R _L (kN)	R _P (kN)	R _T (kN)	R _L (kN)	R _P (kN)	R _T (kN)
Aoki-Velloso (1975)	1345	1257	2602	1566	1194	2760
Décourt-Quaresma (1978)	1566	471	2037	1670	452	2122
Antunes e Cabral (1996)	1204	982	2186	1424	933	2357
Alonso (1996)	1293	1012	2305	1751	1075	2826
Média	1352	930	2282	1603	913	2516
Desvio Padrão	133	286	208	122	282	290

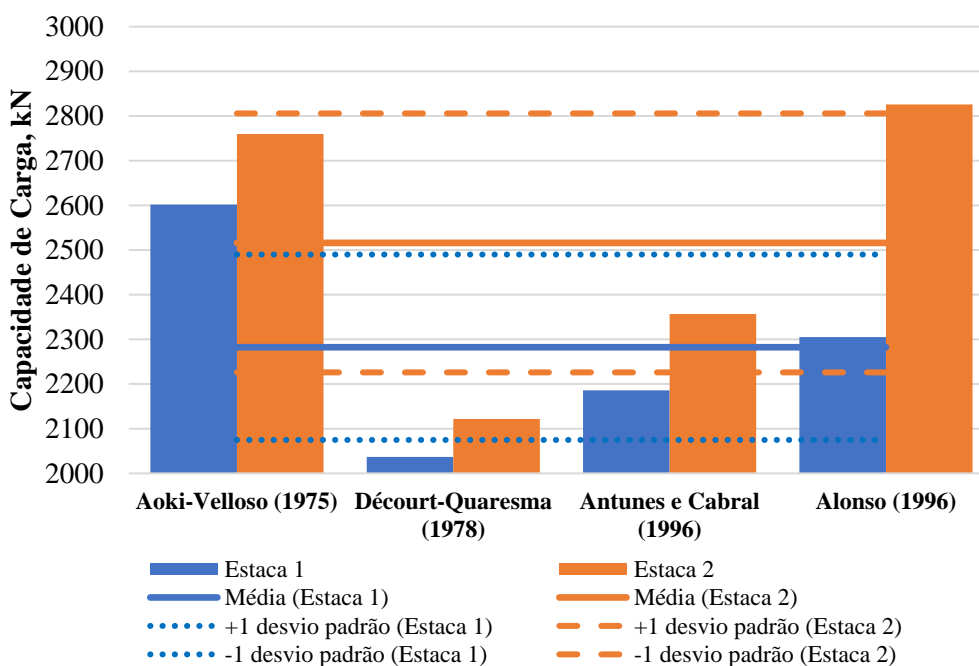


Figura 1. Capacidade de carga por métodos semiempíricos.

Observa-se que a média da capacidade de carga obtida pelos quatro métodos tiveram valores próximos entre as estacas analisadas, 2282 kN (Estaca 1) e 2516 kN (Estaca 2). A diferença entre essas médias pode ser explicada pela maior resistência lateral da Estaca 2, visto que as médias das resistências de ponta apresentam-se bastante semelhantes, 930 kN e 913 kN. Destaca-se que para a Estaca 1 os métodos apresentaram valores mais próximos entre si, refletindo em um menor desvio padrão. O método de Alonso (1996) previu o maior valor geral de capacidade de carga – 2826 kN –, e Décourt-Quaresma (1978) o menor – 2037 kN –, para a Estaca 2 e 1, respectivamente. As resistências de ponta obtidas de Décourt-Quaresma (1978) foram as que tiveram valores mais reduzidos e as resistências laterais obtidos para a Estaca 2 tiveram os valores mais concordantes entre os quatro métodos. As curvas carga vs deslocamento para as Estacas 1 e 2, obtidas nos ensaios de prova de carga, são mostradas na Figura 2 (b).

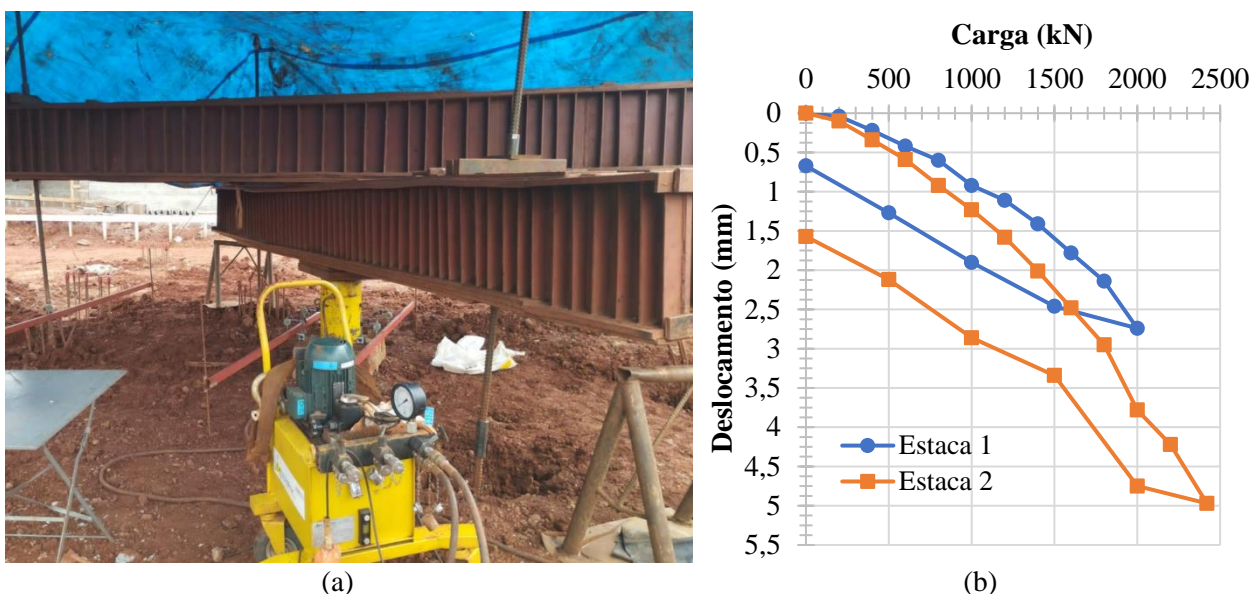


Figura 2. (a) Foto da execução da prova de carga - Estaca 1. (b) Curvas carga vs deslocamento.

Os deslocamentos máximos obtidos foram 2,74 mm para a Estaca 1 e 4,97 mm para a Estaca 2. Esses valores são considerados baixos, sendo equivalentes à 0,55 % e 0,99 % dos diâmetros das Estacas 1 e 2, respectivamente. As curvas carga vs deslocamento ocorre predominantemente em regime pseudo-elástico, evidenciado pela recuperação elástica elevada de 73 % (Estaca 1) e 68 % (Estaca 2) do deslocamento após o descarregamento. A Estaca 2 sofreu maiores deslocamentos para as mesmas cargas em relação a Estaca 1, ao longo de todo ensaio. Conforme apontam Carvalho e Albuquerque (2023), estas condições dificultam as interpretações da carga de ruptura das estacas. Provas de carga (convencionais e instrumentadas) em hélice contínua podem ser vistos em Freire (2010), Alledi (2013) Alledi *et al.* (2015), Romanini (2019); Paludeto (2022); para outras estacas no solo de Londrina, Melo (2009), Christoni (2017) e Christoni *et al.* (2019).

A Tabela 5 apresenta os parâmetros e a Figura 3 as curvas obtidas da aplicação dos métodos de Vander Der Veen (1953) e Van Der Veen modificado por Aoki (1976).

Tabela 5. Parâmetros Van Der Veen (1953) e Van Der Veen modificado por Aoki (1976).

Método	Estaca 1				Estaca 2			
	R (kN)	a	r2	b	R (kN)	a	r2	b
Van Der Veen (1953)	2480	0,59704	0,99866	0	3136	0,28932	0,99784	0
Aoki (1976)	2690	0,48091	0,99886	0,05314	3488	0,22396	0,99753	0,05308
Média	2585				3312			

As extrapolações foram determinadas utilizando todos os pontos disponíveis. As cargas de ruptura da Estaca 2 foram superiores as da Estaca 1, o que é condizente com os resultados obtidos com os métodos semiempírico. A média obtida das extrapolações em relação a média dos métodos semiempíricos, foram superiores em 13 % e 32 % para a Estaca 1 e Estaca 2, respectivamente.

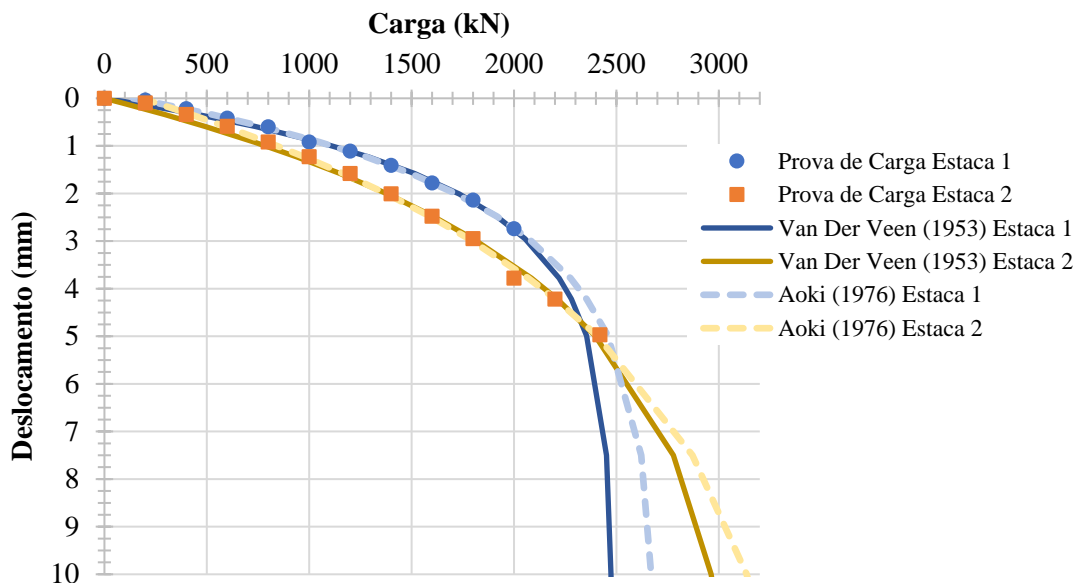


Figura 3. Curvas obtidas de Van Der Veen (1953) e Van Der Veen modificado por Aoki (1976).

Ressalta-se que os reduzidos deslocamentos registrados e as maiores cargas aplicadas na prova de carga da Estaca 2 em relação a Estaca 1 podem ter influência importante nesses resultados. Para a Estaca 1, a prova de carga atingiu 77 % do valor da média das extrapolações e para a Estaca 2, 73 %. Carvalho e Albuquerque (2023) apontam o mínimo de 70 % nesta relação. Dentre outras ressalvas apontadas pelos autores para aplicação destes métodos de extrapolação, a princípio, considera-se as previsões obtidas condizentes. A Figura 4 apresenta o método da NBR 6122 (ABNT, 2022).

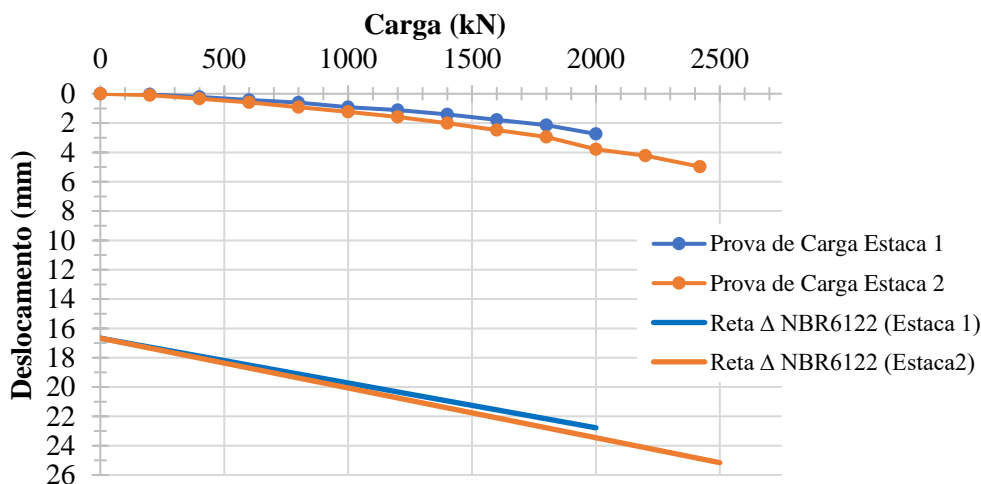


Figura 4. Método da NBR6122 (ABNT, 2022).

A ruptura convencional conforme o método da NBR6122 (ABNT, 2022) não pode ser determinada. Mais uma vez evidenciam-se os pequenos deslocamentos atingidos na prova de carga. A escala necessária a representação da reta Δ também ressalta a linearidade aparente da curva carga vs deslocamento da prova de carga. Outro critério convencional é o de 10 % do diâmetro das estacas. Terzaghi (1942) *apud* Fellenius (2024) aponta restrição de interpretações de provas de carga onde há deslocamento da ponta abaixo dos 10 % do diâmetro da estaca. A Figura 5 mostra os gráficos de rigidez obtidos do método de Décourt (1996, 2008).

Os recalques elásticos das estacas, calculados conforme Melo *et al.* (2012), foram de 4,58 mm (Estaca 1) e 6,37 mm (Estaca 2), para a carga máxima aplicada nas provas de carga. Para a Estaca 1, o ajuste da linha referente ao atrito lateral foi definida pelos pontos 1 a 8 e o coeficiente de determinação obtido foi 0,9579. Já para a Estaca 2, foram utilizados os pontos 1 a 9, com coeficiente de determinação 0,9829.

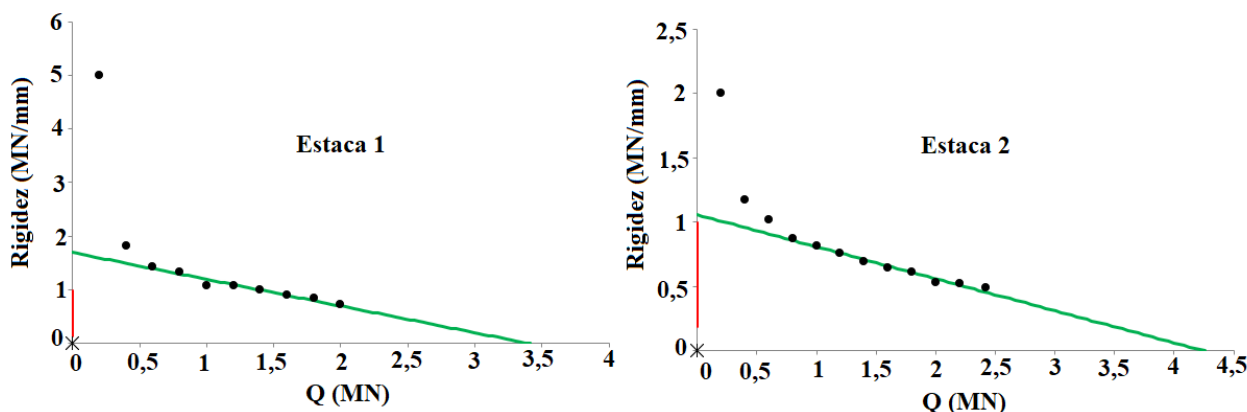


Figura 5. Gráfico de rigidez de Décourt (1996, 2008).

A resistência lateral determinada (Q_{sc}) foi de 3277 kN e 3938 kN, para as Estacas 1 e 2, respectivamente. Valores 2,43 (Estaca 1) e 2,46 (Estaca 2) vezes superior aos previstos pela média dos métodos semiempíricos, condizentes aos apontamentos de Polido et al. (2023) para o solo laterítico. Os dados restritos de deslocamento limitaram a interpretação do gráfico de rigidez. Assume-se que a estaca trabalhou predominantemente sob resistência de atrito lateral, para ambas as estacas, não sendo possível identificar o domínio de ponta no gráfico de rigidez nem a determinação carga limite extrapolada. Observa-se interpretação semelhante em seis casos, de estacas de tipos variados, analisados em Melo (2009). A Tabela 6 apresenta um resumo das médias das resistências laterais e de ponta obtidas dos métodos semiempíricos e o quociente entre carga de ruptura média e a carga de trabalho – 1000 kN –, para cada estaca.

Tabela 6. Resumo e relação da carga de ruptura média/carga de trabalho.

	Resis- tência Lateral (kN)	Resis- tência de Ponta (kN)	Resis- tência Total (kN)	Carga de ruptura / Carga de trabalho	Resis- tência Lateral (kN)	Resis- tência de Ponta (kN)	Resis- tência Total (kN)	Carga de ruptura / Carga de trabalho
Semiempíricos	1352	930	2282	2,3	1603	913	2516	2,5
Extrapolações	–	–	2585	2,6	–	–	3312	3,3
Rigidez, Q_{sc}	3277	–	–	3,3	3938	–	–	3,9

Nota: campo preenchido com traço (–) indicada resultado não determinado.

4 CONCLUSÕES

Todas as previsões indicaram a Estaca 2 com maior capacidade de carga do que a Estaca 1. A carga de ruptura obtida dos métodos semiempíricos mostraram-se conservadores em relação aos demais métodos. Os métodos de extrapolação de Van Der Veen (1953) e Van Der Veen modificado por Aoki (1976) expressaram curvas carga vs deslocamento consideradas adequadas e tiveram resultados de ruptura prevista relativamente coerentes com os resultados dos métodos semiempíricos, ainda que com valores mais elevados. Os pequenos deslocamentos registrados nas provas de carga limitaram as interpretações de seus resultados, impossibilitando a aplicação do método da NBR 6122 (2022) e restringindo a aplicação do método de Décourt (1996, 2008). As capacidades de carga, de ambas as estacas, apresentaram valores pelo menos duas vezes maiores que as respectivas cargas de trabalho, para todos os métodos aplicáveis

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alledi, C. T. D. B., Minette, E., Albuquerque, P. J. R., Polido, U. F. (2015) Estaca hélice contínua instrumentada: previsão de carga de ruptura por métodos semiempíricos vs. prova de carga. *Geotecnia*, n. 135, p. 115-127.
- Alonso, U. R. (1996) Estacas hélice contínua com monitoração eletrônica - Previsão da capacidade de carga através do ensaio SPT-T. In: SEFE 3, São Paulo. *Anais... ABMS*. v.2, p. 141-151.

- Antunes, W. R., Cabral, D. A. (1996) Capacidade de carga de estacas hélice contínua. In: SEFE 3, São Paulo. *Anais... ABMS*. v. 2, p. 105-109.
- Aoki, N. (1976) *Considerações sobre a capacidade de carga de estacas isoladas*. Notas de Aula, Universidade Gama Filho.
- Aoki, N., Velloso, D. A. (1975) Approximate method to estimate the bearing capacity of piles. In: Pan American CSMFE 5, Buenos Aires, *Proceedings...* Buenos Aires, 1975. v. 1, p. 367-376.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2020). NBR 16903. *Solo - Prova de carga estática em fundação profunda*. Rio de Janeiro. 11 p.
- _____ (2020). NBR 6484. *Solo – Sondagem de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio*. Rio de Janeiro. 28 p.
- _____ (2022). NBR 6122. *Projeto e execução de fundações*. Rio de Janeiro. 108 p.
- Carvalho, D. Albuquerque, P. J. R. (2023) *Ensinando Prova de Carga Estática em Fundações: realização – interpretação – projeto – resultados*. Ed 2023. Cópia digital disponibilizada pelos autores. 512 p.
- Christoni, A. R. F. (2017) *Carga de ruptura de estacas de pequeno porte executadas em solo típico de Londrina-PR*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 164 f.
- Christoni, A. R. F., Teixeira, R. S., Branco, C. J. M. C. (2019) Carga de ruptura de estacas de pequeno porte escavadas com trado manual em solos tropicais colapsíveis. *Geotecnia*, n. 146, p. 71-93.
- Dal-Cól, P. H. L. (2022) *Efeito da Infiltração de Precipitação Pluvial na Análise de Estabilidade de Taludes de um Solo Argiloso e um Solo Arenoso Não Saturados da Região Norte do Estado do Paraná*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Londrina, 202 p.
- Décourt, L. (1996) A ruptura de fundações avaliada com base no conceito de rigidez. In: SEFE 3, São Paulo. *Anais... ABMS*. v.1, p. 215-224.
- Décourt, L. (1996) *Análise e Projeto de Fundações Profundas: Estacas*. Hachich *et al.* Fundações: Teoria e Prática, Cap. 8.1. Pini, São Paulo, p. 275-276.
- Décourt, L. (2008) Provas de carga em estacas podem dizer muito mais do que têm dito. In: SEFE 6, São Paulo. *Anais... ABMS*. v. 1, p. 221-245.
- Décourt, L., Quaresma, A. R. (1978) Capacidade de Carga de Estacas a Partir de Valores SPT. In: SEFE 6, Rio de Janeiro. *Anais... ABMS*. v. 1, p.45-54.
- Fellenius, B. H. (2024). *Basics of foundation design*. Eletronic Edition. Disponível em: <www.fellenius.net>. Acesso em: 04 abr. 568 p.
- Gonçalves, F. *et al.* (2018) Caracterização Físico-Química e Mineralógica de Três Solos do Estado do Paraná. In: COBRAMSEG 19, Salvador. *Anais... ABMS*, p. 1-9.
- Melo, B. N. (2009) *Análise de Provas de Carga à Compressão à Luz do Conceito de Rigidez*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 256 p.
- Melo, B. N., Albuquerque, P. J. R., Décourt, L., Carvalho, D. (2012) Análise do atrito lateral em estacas hélice contínua instrumentadas por meio do conceito de Rigidez. In: COBRAMSEG 16, Porto de Galinhas. *Anais... ABMS*, 8 p.
- Paludeto, T. M. L. (2022) *Desempenho de estacas tipo hélice contínua por meio de provas de carga estática instrumentada e simulação numérica*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 207p.
- Polido, U. F., Alledi. C. T. D. B., Albuquerque, P. J. R., França, H. F., Lemos, S. G. F. P. (2023). Capacidade de Carga de Estacas pelo Método Décourt e Quaresma: Aspectos relevantes. In: SEFE 10, São Paulo. *Anais... ABMS*. v. 1, p.45-54.
- Schiavon, J. A. (2013) *Planilha Excel para utilização do método de Van der Veen (original e modificado por Aoki)* Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- Van Der Veen, C. (1953) The bearing capacity of a pile. In: International Conferences on Soil Mechanics and Foundation Engineering - ICSMFE 3, *Proceedings...* Zurich, v. 2, p. 84-90.
- Velloso, D. A., Lopes, F. R. (2010) *Fundações: critérios de projetos, investigação do subsolo, fundações superficiais, fundações profundas*. Oficina de Textos, São Paulo, 568 p.