

The top half of the image features a stylized cityscape in shades of blue and purple. A large yellow sun is positioned in the upper right. The logo for 'Editora Uniesp' is centered, consisting of two vertical bars above the text. The background is decorated with various icons: gears, plus signs, and a house outline. The overall aesthetic is modern and technological.

II
**Editora
Uniesp**

Organizadores:
Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos
Marco Aurélio Rodrigues de Melo

Engenharia,
Tecnologia
e Inovação

II

ISBN: 978-65-5825-002-9

Engenharia, Tecnologia e Inovação II

Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos
Marco Aurélio Rodrigues de Melo
(Organizadores)

Centro Universitário UNIESP

Cabedelo
2020



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIESP

Reitora

Érika Marques de Almeida Lima Cavalcanti

Pró-Reitora Acadêmica

Iany Cavalcanti da Silva Barros

Editor-chefe

Cícero de Sousa Lacerda

Editores assistentes

Hercilio de Medeiros Sousa

Josemary Marcionila F. R. de C. Rocha

Editora-técnica

Elaine Cristina de Brito Moreira

Corpo Editorial

Ana Margareth Sarmento – Estética

Anneliese Heyden Cabral de Lira – Arquitetura

Daniel Vitor da Silveira da Costa – Publicidade e Propaganda

Érika Lira de Oliveira – Odontologia

Ivanildo Félix da Silva Júnior – Pedagogia

Jancelice dos Santos Santana – Enfermagem

José Carlos Ferreira da Luz – Direito

Juliana da Nóbrega Carreiro – Farmácia

Larissa Nascimento dos Santos – Design de Interiores

Luciano de Santana Medeiros – Administração

Marcelo Fernandes de Sousa – Computação

Márcia de Albuquerque Alves – Ciências Contábeis

Maria da Penha de Lima Coutinho – Psicologia

Paula Fernanda Barbosa de Araújo – Medicina Veterinária

Rita de Cássia Alves Leal Cruz – Engenharia

Rogério Márcio Luckwu dos Santos – Educação Física

Zianne Farias Barros Barbosa – Nutrição

Copyright © 2020 – Editora UNIESP

É proibida a reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio. A violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610/1998) é crime estabelecido no artigo 184 do Código Penal.

O conteúdo desta publicação é de inteira responsabilidade do(os) autor(es).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Padre Joaquim Colaço Dourado (UNIESP)

V331e Vasconcelos, Giuseppe Cavalcanti de.

Engenharia, Tecnologia e Inovação II [recurso eletrônico] /
Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos, Marco Aurélio Rodrigues
de Melo. - Cabedelo, PB: Editora UNIESP, 2020.
167 p.

Tipo de Suporte: E-book
Formato: PDF
ISBN: 978-65-5825-002-9

1. Engenharia. 2. Tecnologia - Inovação. 3. Biodiesel -
Amostra. 4. Geoprocessamento. 5. Barreiras. 6. Etanol. 7.
Impactos ambientais. 8. Cerveja - Produção. I. Título. II.
Vasconcelos, Giuseppe Cavalcanti de. III. Melo, Marco Aurélio
Rodrigues de.

CDU: 620

Bibliotecária: Elaine Cristina de Brito Moreira – CRB-15/053

Editora UNIESP

Rodovia BR 230, Km 14, s/n,
Bloco Central – 2 andar – COOPERE
Morada Nova – Cabedelo – Paraíba
CEP: 58109-303

Apresentação

Este é um trabalho despretensioso, baseado unicamente no desejo de servir toda comunidade da acadêmica nas mais diversas áreas.

Procuraram-se não nos estender à teoria, e sim proporcionar aos pesquisadores, professores e estudantes, caminhar nas diversas áreas de engenharia através do conhecimento de projetos orientados pelos mais qualificados mestres, visando inovação tecnológica com metodologia que leve nossos leitores conhecimento das relações que envolvam a execução de um projeto.

Se alcançarmos a nossa finalidade, aceitamos de bom grato às críticas sugestões reflexivas e eficientes que nos teria escapado neste segundo livro.

Prof. MSc. José Martinho de Albuquerque Silva (*in memoriam*)

Prefácio

O UNIESP – Centro Universitário, em sua brilhante trajetória, prima cada vez mais pela excelência nos seus serviços prestados à comunidade acadêmica, através dos seus obstinados e abnegados professores e orientadores, que, além de altamente qualificados, oferecem aos seus alunos o acesso à ciência e a tecnologia por meio de trabalhos de pesquisa, desenvolvidos de forma didática e acadêmica, proporcionando assim uma maior experiência e afinidade ao exercício científico. Esses trabalhos são idealizados no decorrer das disciplinas, idealizados conjuntamente entre orientado/orientador, que, a partir de então, são desenvolvidos em suas próprias instalações ou em campo, no qual se faz a pesquisa.

Os frutos dessas pesquisas podem encontrar nessa presente publicação, de temas bastante variados, mas, de muito vigor tecnológico, de muito entusiasmo científico, dado a descoberta da vocação à pesquisa científica pelos estudantes nele envolvido.

Nessa obra observamos que, os professores orientadores além de desenvolverem suas pesquisas junto aos seus alunos, também descobrem talentos, estimulam o alunado a pensar, raciocinar, refletir, discernir, que, afinal, ainda é o grande e, talvez, o maior objetivo da Academia que a torna o maior celeiro de grandes talentos.

Sendo assim, sinceros parabéns aos construtores dessa publicação, pela contribuição à ciência, pelo aprendizado e desenvolvimento das tecnologias utilizadas, e, ao UNIESP, pelo estímulo e apoio oferecido a todos que realmente tem interesse no aprender a fazer, fazendo, o que demonstra a sua capacidade de se tornar uma verdadeira indústria de profissionais altamente qualificados, razão pela qual se encontra no top das Instituições de ensino superior da Paraíba.

Prof. Pesquisador DSc Edivaldo Galdino Ferreira
Engenheiro Agrônomo

Sumário

CAPÍTULO I AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE O NÚMERO DE CETANO DERIVADO E O PERÍODO DE INDUÇÃO EM AMOSTRAS DE BIODIESEL.....	05
CAPÍTULO II ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ATRAVÉS DE FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO. ESTUDO DO CASO: BAIRRO DE PARATIBE, JOÃO PESSOA/PB.....	11
CAPÍTULO III AVALIAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA DE CARGA DE UM TUBULÃO ASSENTE EM SOLO DA FORMAÇÃO BARREIRAS.....	36
CAPÍTULO IV ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DO ETANOL: UM ESTUDO DE CASO EM UMA USINA NO ESTADO DA PARAÍBA.....	50
CAPÍTULO V AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, ESPECTROSCÓPICAS E ESTABILIDADE OXIDATIVA DE MISTURAS DE BIODIESEL DE GERGELIM (SESAMUM INDICUM L.).....	64
CAPÍTULO VI CARACTERIZAÇÃO DE PLANTAS E DE FRUTOS DE ESPÉCIE NATIVA DO LITORAL DA PARAÍBA SOB RISCO DE EXTINÇÃO.....	77
CAPÍTULO VII ESTUDO AMBIENTAL EM ÁREAS DE ESCORREGAMENTO NA COMUNIDADE SATURNINO DE BRITO.....	95
CAPÍTULO VIII EQUAÇÕES DIFERENCIAIS BINÁRIAS COMO FORMAS DIFERENCIAIS.....	103
CAPÍTULO IX LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO ATUAL DO RIO GOIANA EM PERNAMBUCO: IMPACTOS AMBIENTAIS E PROPOSTAS DE MELHORIAS.....	110
CAPÍTULO X REAPROVEITAMENTO DE FERMENTO UTILIZADO NA PRODUÇÃO DE CERVEJA.....	122
CAPÍTULO XI SOBRE O EFEITO AHARANOV-BOHM.....	136
CAPÍTULO XII REÚSO DAS ÁGUAS TRATADAS EM LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO: UMA SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL PARA O MUNICÍPIO DE MONTEIRO - PB.....	144

AVALIAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA DE CARGA DE UM TUBULÃO ASSENTE EM SOLO DA FORMAÇÃO BARREIRAS

Carlos Rolim Neto

*Professor Titular, Instituto de Educação Superior da Paraíba, João Pessoa-PB, Brasil,
carlosrolim@yahoo.com*

Roberto Quental Coutinho

*Professor Titular, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brasil,
robertoqcoutinho@gmail.com*

Paulo José Rocha de Albuquerque

*Professor Associado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, Brasil,
pjra@unicamp.br*

Resumo: O presente trabalho visa apresentar um estudo com dados obtidos pela instrumentação de um tubulão, que possuía diâmetro do fuste igual a 1,0 m, diâmetro da base igual a 2,3 m e comprimento igual a 14 m. Com os dados da instrumentação avaliou-se o atrito lateral e ponta para a carga de trabalho, pois não houve ruptura. A metodologia aplicada consistiu na instalação de barras instrumentadas ao longo do fuste do tubulão, para que se obtivesse a transferência de carga ao longo da profundidade. Verificou-se que o tubulão trabalhou predominantemente por atrito lateral e que os resultados do Método da Rigidez foram confirmados pelos dados da instrumentação. Alguns métodos de previsão de carga mostraram-se conservadores e outros mais próximos dos resultados da instrumentação, mas quando são analisadas separadamente as parcelas de atrito e ponta, notou-se diferenças consideráveis. Para a realização deste trabalho, utilizaram-se dados de um edifício com 55 pavimentos, na Formação Barreiras de João Pessoa/PB.

Palavras-chave: Prova de carga, Instrumentação, Método da Rigidez, Tubulão.

Abstract: The present paper presents a research with data obtained by the instrumentation of a belled caisson, that had a shaft diameter equal to 1.0 m, a base diameter of 2.3 m and a length of 14 m. With the instrumentation data the skin friction and tip load for the workload was evaluated, since there was no failure. The applied methodology consisted in the installation of instrumented bars along the shaft of the caisson, in order to obtain the transfer of load along the depth. It was found that the caisson worked predominantly by skin friction and that the results of the Stiffness Method were confirmed by the instrumentation data. Some load prediction methods have proved to be conservative and others closer to instrumentation results, but when the friction and tip plots are analyzed separately, considerable differences were noted. For the accomplishment of this paper, data of a building with 55 floors, in the Barreiras Formation of João Pessoa / PB, was used.

Keywords: Load test, Instrumentation, Stiffness Method, Caisson.

1 Introdução

O mecanismo de transferência de carga das fundações para o solo desperta, há muito tempo, interesse dos engenheiros geotécnicos. Sendo através de métodos empíricos, semiempíricos ou teóricos, pesquisadores tentam antever como a fundação irá se comportar e responder às solicitações recebidas da superestrutura. Contudo, tais respostas dependem de diversos fatores, como o tipo de solo, tipo de fundação profunda, material e sua geometria.

Com o crescente uso das provas de carga, os estudos dos mecanismos de transferência de carga se tornaram mais frequentes. É de conhecimento que a prova de carga é o melhor caminho para compreender a interação solo-fundação profunda. No ensaio tradicional, obtém-se apenas pares de valores de carga x recalque, não estabelecendo as parcelas resistentes de atrito e ponta. Com a instrumentação em profundidade, torna-se possível a separação da parcela de atrito lateral e ponta, além de uma melhor compreensão da interação do sistema solo-fundação profunda. Diante do exposto, o presente trabalho possui o objetivo de confrontar os resultados obtidos pela instrumentação, em prova de carga estática à compressão, com resultados de métodos de previsão de carga e com o Método da Rigidez de Décourt.

2 Prova de Carga Estática

Segundo Albuquerque (2001), as provas de carga podem ser feitas com cargas verticais ou inclinadas, à compressão ou tração, cargas horizontais, procurando reproduzir as condições de funcionamento da fundação a que se destinam.

A utilização de provas de carga estáticas, instrumentadas ao longo do fuste, possibilita a obtenção das cargas de ponta e lateral, em cada etapa do carregamento. Existem algumas maneiras de se realizar a instrumentação. Uma delas, consiste na colocação de extensômetros elétricos, strain gages, que possuem a função de medir as deformações específicas. Tais medidas de deformação coletadas são utilizadas para a obtenção da força na seção instrumentada e, assim, se determinar a distribuição da carga ao longo do fuste do tubulão. As forças (F) atuantes em cada nível instrumentado são obtidas pelo produto da deformação específica (ϵ) de cada sensor pela rigidez (Rig) da seção do tubulão. A rigidez do tubulão é definida como sendo o produto do módulo de elasticidade (E) pela área da seção transversal do tubulão, conforme equações a seguir:

$$F = \varepsilon \cdot R_{ig} = \varepsilon \cdot E \cdot A \quad (1)$$

Neste trabalho serão apresentados os resultados da prova de carga, do tipo lento, realizado no tubulão e questão. A prova de carga estática é realizada com incrementos de carga sucessivos e iguais, até a estabilização dos recalques. É regido pela NBR 12131/2006 e, segundo Velloso e Lopes (2010), é o ensaio que mais se aproxima, para estruturas usuais (edifícios, pontes etc.), do carregamento real que fundação profunda sofrerá durante sua vida útil.

3 Método da Rigidez

Proposto por Décourt (1996), foi inicialmente apresentado para determinação da carga de ruptura em provas de carga; este método utiliza a rigidez, que é a razão entre a carga aplicada no topo da estaca e seu recalque, como parâmetro para obtenção dos resultados. Isso em um gráfico, no qual a abscissa representa a carga aplicada e a ordenada, a rigidez. A ruptura física (R_{ult}) seria o ponto onde a rigidez é nula e a ruptura convencional ($R_{ult,10\%}$) a carga para um recalque na ponta igual a 10% do seu diâmetro.

$$Q_u = \text{limite de RIG quando } r \rightarrow \infty \quad (2)$$

Sendo:

$$R = Q/r \rightarrow 0 \quad (3)$$

Em trabalho posterior, Décourt (2008) refina o método, assumindo que o carregamento conduzido até grandes deformações, possui dois domínios facilmente identificáveis: domínio da ponta e domínio do atrito lateral. No trecho onde a transferência por ponta é preponderante, a relação entre carga x rigidez é uma curva, tornando-se linear em um gráfico com eixos na escala logarítmica. No trecho onde o atrito lateral é dominante, essa relação é linear.

Com base nos domínios de ponta e atrito, o método identifica um intervalo para o atrito lateral na ruptura (Alr), com um limite inferior e outro superior. O valor adotado para o atrito lateral é a média dos dois limites.

No limite inferior (Figura 1), inicialmente colocam-se os pares de valores de carga e rigidez em ordem crescente e são estabelecidas correlações lineares entre \log (carga) x \log (rigidez), determinando os coeficientes de correlação R^2 . Melo (2009)

indica traçar sobre a curva uma reta ligando o ponto de definição da ruptura convencional (Rult,10%) e o último ponto (ponto de maior rigidez) do melhor ajuste do $\log(\text{carga}) \times \log(\text{rigidez})$.

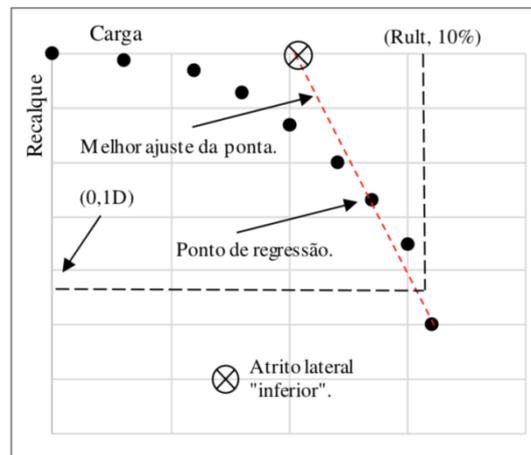


Figura 1. Definição do limite inferior do atrito.
Fonte: Pereira, 2016

O limite superior (Figura 2) é traçado após encontrado o domínio da ponta, diretamente no gráfico da rigidez. São feitas diversas tentativas na identificação do domínio de atrito, sendo a melhor aquela com maior número de pontos e maior R^2 . O valor do atrito superior é aquele onde a reta do domínio de atrito cruza com o eixo das cargas.

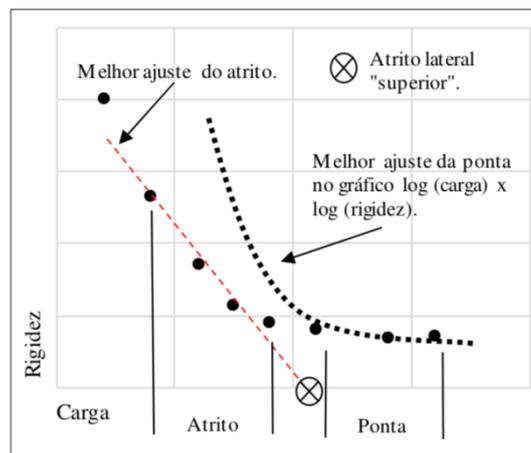


Figura 2. Definição do limite superior do atrito.
Fonte: Pereira (2016)

4 Planejamento Experimental

O local da pesquisa se encontra na cidade de João Pessoa PB. O tubulão em estudo faz parte da fundação de um edifício residencial. O fuste possui um diâmetro igual a 1,0 m e a base possui um diâmetro igual a 2,30 m. O comprimento total do tubulão é igual a 14 m. A resistência característica do concreto do tubulão foi de 20 MPa, sua armação longitudinal era composta de 14 barras de 20,0 mm e armação transversal por barras de 8,0 mm espaçadas a cada 20 cm. As normas seguidas foram a NBR 6122/2010 e NBR 12.131/2006. Foi realizado um ensaio de prova de carga estática, do tipo lento (SML), em um tubulão de um edifício residencial com 55 pavimentos, localizado no bairro Altiplano Cabo Branco (figura 3). O solo é não saturado, na Formação Barreiras da cidade. As provas de carga com a instrumentação do tubulão ao longo do fuste são a base deste trabalho.



Figura 3. Implantação do edifício.

Fonte: www.revistaedificar.com.br acesso em 24/02/2019

O perfil geotécnico da área, de acordo com sondagens SPT é do tipo silte-arenoso-argiloso nos treze metros iniciais, seguido por argila silto-arenosa até 17 m. O número NSPT é variável conforme figura 4

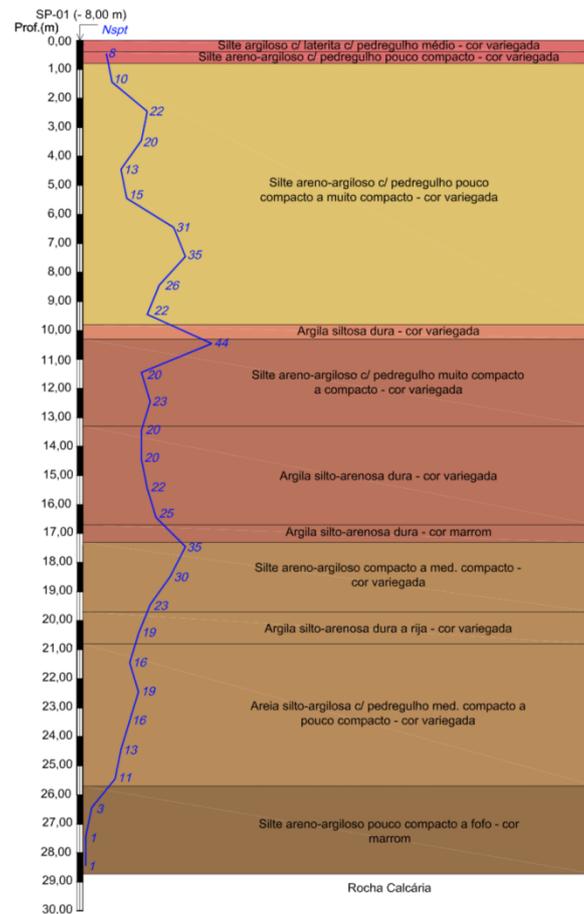


Figura 4. Perfil geotécnico.
Fonte: Engeobase (2013)

Visando obter informações relativas à transferência de carga ao longo da profundidade, o tubulão ensaiado foi instrumentado em cinco níveis distintos ao longo da profundidade, sendo a 0,5 m (seção de referência), 3,0 m, 6,0 m, 9,5 m e 12,5 m, conforme mostrado na Figura 5.

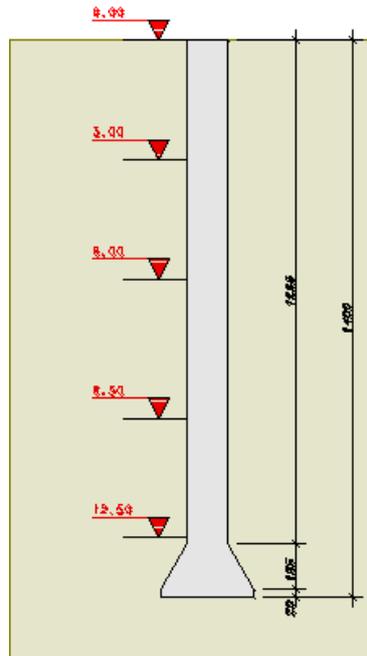


Figura 5. Cinco níveis de instrumentação.
Fonte: autor

“A instrumentação instalada consistiu de extensômetros elétricos de resistência, strain gages, tipo KFG2 – 120 – D16 – 11 da Kyowa Eletronic Instruments CO Ltda (Figura 6), colados em barras de aço CA-50, com $\frac{1}{2}$ ” de diâmetro e 0,40 m de comprimento e instalados aos pares no mesmo nível, em posição diametralmente oposta, com ligação entre os strain gages do tipo ponte completa.

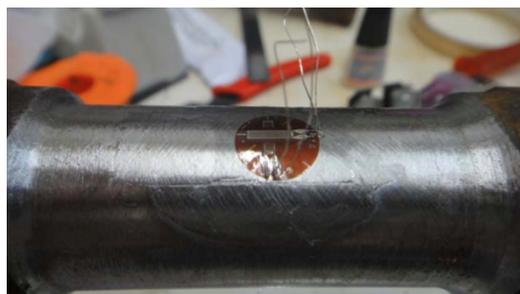


Figura 6. Extensômetros elétricos utilizados.
Fonte: autor

As barras instrumentadas foram conectadas a uma caixa seletora de canais (Vishay Micro Measurements), que estava ligada a uma leitora de deformações P3500 da Vishay Micro Measurements Ltda (Figura 7). Para ligar as barras instrumentadas à unidade leitora, utilizou-se cabo elétrico 4 x 26 AWG.



Figura 7. Unidade de leitura da instrumentação.
Fonte: Engeobase (2013)

As barras instrumentadas foram aferidas com a finalidade de possibilitar a correção de eventuais diferenças nas leituras de deformação e possíveis erros de instalação dos strain gages. Após a aferição, as barras foram unidas por meio de roscas formando uma barra contínua.

As barras instrumentadas foram fixadas no tubulão de forma centrada, seguida da armação do mesmo. Após a colocação da barra instrumentada, foi realizada a concretagem para consolidação do sistema barra instrumentada-tubulão, ilustradas nas Figuras 8 e 9.



Figura 8. Barra instrumentada no eixo do tubulão.
Fonte: Engeobase (2013)



Figura 9. Concretagem do tubulão instrumentado.
Fonte: Engeobase (2013)

O sistema de reação (Figura 10) utilizado foi composto de seis tubulões de reação.



Figura 10. Sistema de reação.
Fonte: Engeobase (2013)

5 Resultados

Durante o carregamento lento, a carga foi aplicada gradativamente, por meio de nove estágios iguais e sucessivos, de carga acrescida de 600 kN e um estágio de carga acrescida de 200 kN. Cada estágio teve a duração de 30 min, sendo realizadas as medições de deslocamentos referentes aos tempos de 0, 2, 4, 8, 15 e 30 minutos. Esta fase de carregamento lento foi iniciada com carga nula e finalizada com carga igual a 5.600 kN. Como não houve ruptura evidenciada, após este estágio, a carga de 5.600 kN foi mantida por doze horas.

Em seguida foi iniciada a fase de descarregamento, sendo realizada em cinco estágios iguais e sucessivos de quinze minutos de duração, sendo decrescidas as cargas necessárias para o monitoramento dos estágios de 4480, 3360, 2240, 1120 e 0 kN, sendo

realizadas medições de deslocamentos referentes aos tempos de 0 e 15 min. Em todas as fases e níveis de carga, os deslocamentos foram considerados finais após a estabilização das leituras, não apresentando variações acima de 5%.

A Figura 11 apresenta a curva carga x recalque obtida no ensaio de prova de carga estática (PCE) executado. Trata-se da primeira PCE realizada no tubulão, portanto, sem a presença de cargas residuais ou melhoramento da ponta devido a carregamentos anteriores.

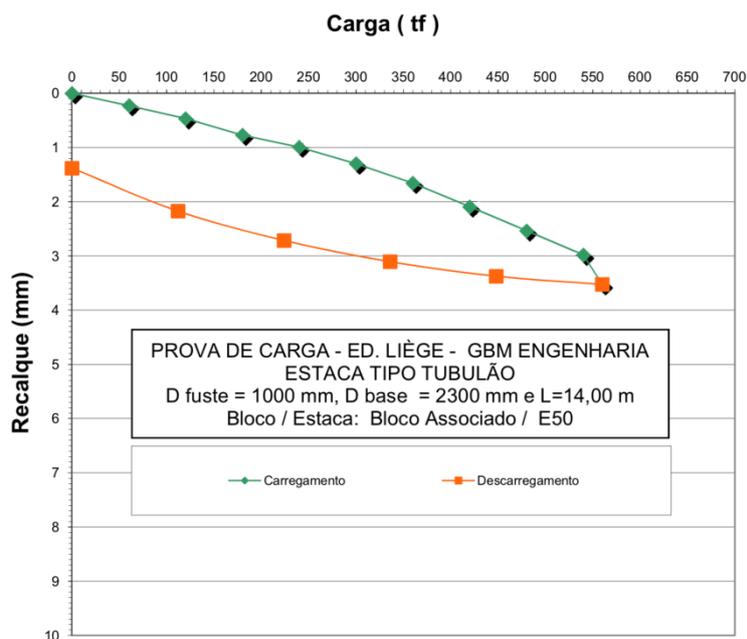


Figura 11. Curva carga x recalque

De acordo com o ensaio realizado, expõem-se as seguintes informações:

Carga máxima: 5.600 kN

Recalque total: 3,53 mm

Recalque permanente: 1,38 mm

Recalque elástico: 2,15 mm

A Figura 12 apresenta a distribuição da carga ao longo do fuste do tubulão. Cada linha representa uma distribuição de carga para uma dada carga aplicada no topo da estaca.

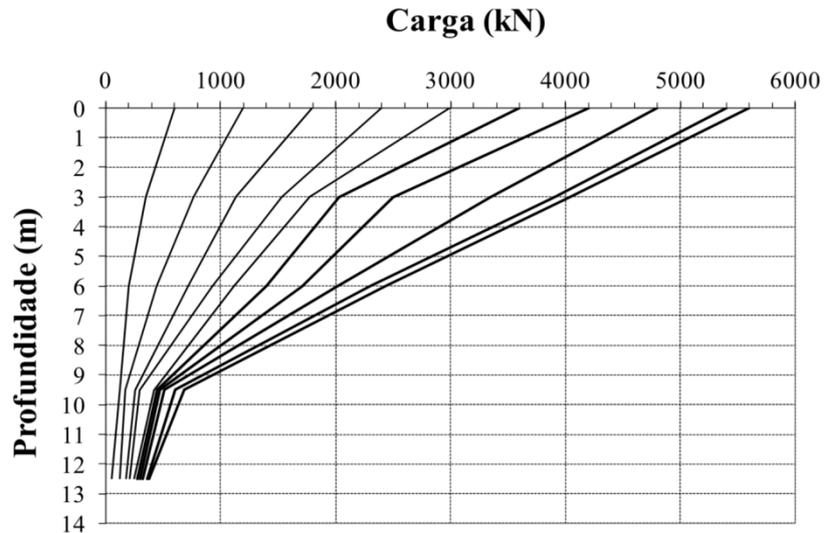


Figura 12. Distribuição da carga aplicada no topo ao longo do fuste

O gráfico da Figura 12 está resumido no quadro 1, que mostra os valores de carga ao longo do fuste.

Quadro 1. Cargas nos níveis instrumentados

SR (topo)	Nível 3,0 m (kN)	Nível 6,0 (kN)	Nível 9,5 m (kN)	Nível 12,5 m (kN)
0	0	0	0	0
600	346	201	121	53
1200	768	441	172	127
1800	1135	718	259	174
2400	1533	929	296	211
3000	1777	1119	422	248
3600	2027	1396	449	274
4200	2501	1713	475	301
4800	3345	2016	512	322
5400	3904	2301	602	359
5600	4034	2428	681	380

Percebe-se que o atrito lateral representa a maior parcela da resistência do tubulão. Não se instrumentou a ponta, mas na cota -12,5 m, a carga que atingiu este nível foi de 380 kN, ou seja, 6,8 % da carga aplicada no topo.

5.1 Método da Rigidez

Conforme exposto no item 3, o método utiliza o gráfico carga x recalque, o qual é apresentado na Figura 13, para a prova de carga estática (PCE) executada. Conforme indicado na Figura 13, a curva carga x rigidez apresenta trecho retilíneo.

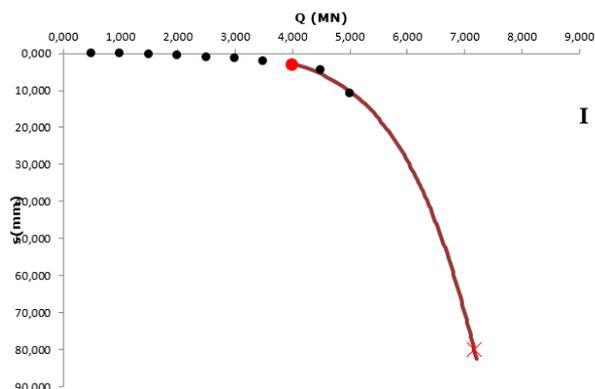


Figura 13. Curva carga x recalque

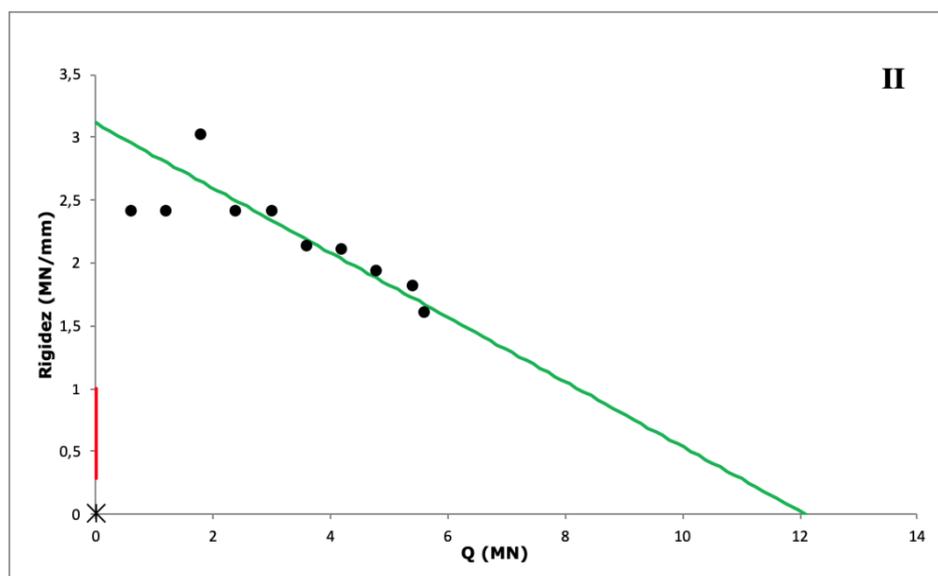


Figura 14. Gráfico da Rigidez

Analisando o gráfico de rigidez (Figura 14) pode-se verificar que a fundação trabalhou preponderantemente por atrito, o que é corroborado com os dados da instrumentação.

6. Conclusões

A instrumentação empregada apresentou resultados coerentes, indicando um bom funcionamento. Os dados indicaram que o tubulão atuou preponderantemente por atrito lateral, o que vem de contraposição com os conceitos de projeto neste tipo de fundação, em que se considera que grande parte da carga é absorvida pela base.

A prova de carga não evidenciou a ruptura geotécnica, mostrando um deslocamento máximo de 3,53 mm, o que representa 0,34 % do diâmetro, indicando que o tubulão suportaria um carregamento superior ao obtido no ensaio, que de acordo com a proposta de Décourt (2008) seria da ordem de 7.165 kN.

O Método da Rigidez apresentou resultado próximo aquele indicado na instrumentação, indicando coerência com os dados experimentais. O gráfico apresenta uma reta, que indica que o tubulão trabalhou por atrito lateral. Na instrumentação, pôde-se observar que do total da carga aplicada na cota 0,0 m, 5.600 kN, somente 380 kN alcançaram a cota - 12.5 m, indicando que 93,2% da carga aplicada foi absorvida por atrito lateral. A faixa de variação do atrito lateral está compreendida entre 3.867 kN e 5.621 kN. Tomando-se a média entre estes dois valores, encontra-se 4.740 kN.

A extrapolação da curva usando apenas os três últimos pontos deve-se ao fato de que o software utilizado faz um ajuste de R2, e que o melhor ajuste encontrado foi para esta situação.

A metodologia do Método da Rigidez indica que a carga de ruptura convencional é referente a 10% do diâmetro da estaca, conforme indicado na figura 1. No tubulão em estudo, equivale a 80 mm.

Agradecimentos

À empresa GBM Engenharia Ltda e Fundações Engenharia Ltda pela liberação dos dados das provas de carga estática.

Referências

ALBUQUERQUE, P. J. R. (2001), Estacas escavadas, hélice contínua e ômega: estudo do comportamento à compressão em solo residual de diabásio, através de provas de carga instrumentadas em profundidade. Tese de doutorado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo/USP, 263 p.

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. Estacas- Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro.

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, 8, São Paulo. Anais... ABEF. v. 1, p. 221-245.

PEREIRA, D. A., PASSINI, L. B., KORMANN, A. C. M. (2016) Aplicação do Método da Rigidez para Estimativa ao Atrito Lateral e Resistência de Ponta em Estaca Escavada. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, 18, Belo Horizonte. Anais... ABMS, CD ROM.

Engeobase Engenharia de Fundações Ltda (2013). Relatório de ensaio 005/2013

