



ANÁLISE DOS DADOS DO TEMPO DE MANUTENÇÃO DA CARGA ÚLTIMA DE PROVAS DE CARGA EM FUNDAÇÕES PROFUNDAS

Palavras-Chave: [[PROVA DE CARGA]], [[MANUTENÇÃO CARGA ÚLTIMA]], [[LOAD TEST]]

Autores/as:

MATHEUS FERNANDES LIMA [UNICAMP]

Prof. Dr. PAULO JOSÉ ROCHA DE ALBUQUERQUE (orientador) [UNICAMP]

INTRODUÇÃO:

As provas de carga são utilizadas como meio de verificação e monitoramento dos recalques medidos na estrutura. A norma brasileira ABNT NBR 16.903/2020 prescreve detalhadamente o método de ensaio. Neste método, o carregamento e descarregamento é feito em intervalos de tempo definidos, tal qual o período de espera após atingir o carregamento máximo para iniciar o descarregamento. Todavia, estes critérios de tempo necessitam de revisão buscando otimização da execução. Assim, idealizou-se essa pesquisa, com análise de banco de dados de prova de carga e velocidade de deslocamento da estaca na fase de pré-descarregamento.

O estudo da transmissão de esforços solicitantes de uma edificação para o solo tem sua importância desde os primórdios da construção, no qual aspectos físico-mecânicos dele implicam diretamente na escolha adequada de como se dará essa transmissão. Devido à relevância desse estudo na concepção de uma obra, a engenharia geotécnica, área que fica encarregada de avanços em tecnologia de entendimento do solo, responsabiliza-se por aperfeiçoamento nos processos desde o estudo prévio e análise até a escolha mais correta de fundação para que a transmissão das cargas da estrutura para o subsolo se dê de forma a garantir a estabilidade estrutural da edificação e também a resistência quanto à esforços anteriormente citados.

Existem diversos tipos de fundações empregadas, podendo serem separadas em dois grupos: as fundações rasas ou diretas, cuja concepção de definição se dá pela transmissão de carga ao solo através da base; e também as fundações profundas, cuja transmissão de carga nesta fundação é dada não somente pela base (ponta, neste caso) como também pelo fuste. O emprego corretamente indicado das fundações garantirá a estabilidade da edificação necessária para um bom rendimento da obra.

Dentre os métodos para estudo da transmissão, as provas de carga são utilizadas como meio de verificação e avaliação do desempenho de uma fundação em uma estrutura. A importância da execução desse processo está voltada para a garantia de que a carga suportada pela fundação seja maior que a carga admissível da construção, sempre regidos pela norma brasileira ABNT NBR 16903 (ABNT, 2020), que durante o período compreendido entre a proposta deste projeto e atualmente, foi revisada para provas de carga em fundações profundas, anteriormente era considerada a ABNT NBR 12131 (ABNT, 2006). Obviamente, essa ainda consta como referência deste estudo, porém é válido citar que dentre as alterações apresentadas na atualização, a mais considerável está relacionada às provas de carga com carregamento lento.

Segundo Alledi e Polido (2008), dentre os métodos de avaliação da capacidade de carga, a prova de carga ainda é o método mais confiável, apesar dos avanços nos métodos semiempíricos, tais métodos que se caracterizam por utilizam dados e ensaios de campo.

Existem ainda outros estudos que retratam a prova de carga estática escolhidos e organizados de modo a permitir uma análise conjunta, tal qual Albuquerque (1996, 2001, 2016), Mucheti (2008), Nogueira (2004) e Garcia (2006, 2015). A norma brasileira ABNT NBR 12.121 (ABNT, 2006) ainda traz o método de ensaio detalhado, exemplificado pelo arranjo da *Figura 1*.

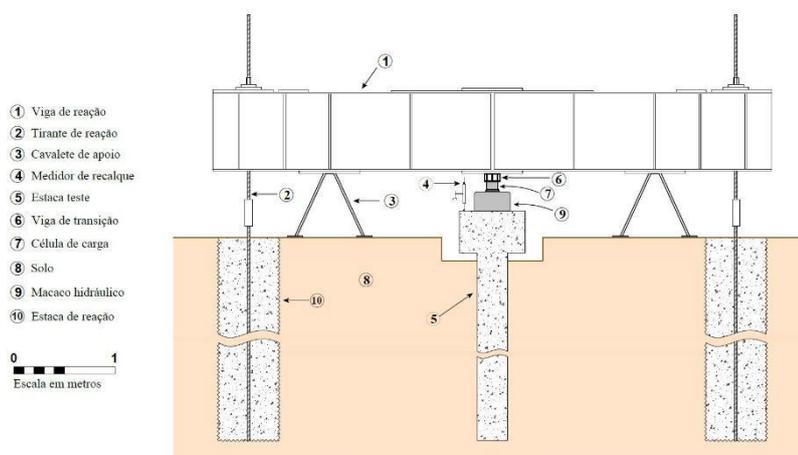


Figura 1: Detalhamento do aparato para realização da prova de carga. Fonte: Albuquerque e Garcia (2020)

As provas de carga são utilizadas como meio de verificação e monitoramento dos recalques medidos na estrutura. A norma brasileira ABNT NBR 16.903/2020 prescreve detalhadamente o método de ensaio. Neste método, o carregamento e descarregamento é feito em intervalos de tempo definidos, tal qual o período de espera após atingir o carregamento máximo para iniciar o descarregamento. Todavia, estes critérios de tempo necessitam de revisão buscando otimização da execução. Assim, idealizou-se essa pesquisa, com análise de banco de dados de prova de carga e velocidade de deslocamento da estaca na fase de pré-descarregamento.

METODOLOGIA:

Para desenvolvimento e análise da metodologia a ser empregada, foi necessário o tratamento dos dados do banco de provas de carga fornecido pela empresa Geoprova.

Em concordância com o que é previamente estabelecido pela ABNT NBR 16903 (ABNT, 2020), as Provas de Carga Estáticas utilizam-se do carregamento lento, consistindo em estágios iguais e sucessivos de incremento de carga, sendo este não superior a 20% ao correspondente de carga de trabalho da estaca, mantendo-se até atingir tendência de estabilização dos deslocamentos, considerando ainda o mínimo tempo de 30 minutos. Ao ser atingida a carga máxima estabelecida para o ensaio em questão, deve-se realizar a manutenção da carga máxima e consequente monitoramento por 12 horas, ponto específico da análise deste trabalho. Após o período da manutenção da carga última, ocorre o descarregamento, ainda preconizado a ser realizado em, no mínimo, quatro estágios, de 15 minutos cada, minimamente também.

Os equipamentos utilizados para realização dos ensaios que geraram os dados para o estudo em questão, divididos em sistema de aplicação de carga, sistema de reação, sistema de leitura e monitoramento das estacas de reação, consistem em bomba hidráulica, cilindro hidráulico, célula de carga, viga de reação metálica, nível óptico e deflectômetro HBM (tipo LVDT), fundamentais para a aplicação diferencial deste estudo.

Fornecido ainda pela empresa Geoprova, uma imagem do sistema empregado montado in loco, representado na *Figura 2*.



Figura 2: Configuração de PCE. Fonte: Geoprova Engenharia Ensaios e Monitoramento Ltda (2020).

O sensor LVDT, cuja sigla em inglês refere-se ao transdutor de deslocamento variável linear, pode ser compreendido por um dispositivo capaz de transformar movimento retilíneo, nesse caso mecânico, em corrente elétrica variável ou até mesmo sinais elétricos. Como instrumentação na PCE realizada pela Geoprova, o LVDT capta as leituras dos deslocamentos da estaca submetida à prova de carga. Um sensor desse tipo pode ser caracterizado basicamente como um transformador, em dimensões mínimas, composto por 3 bobinas de solenoide alinhadas de ponta a ponta. A Figura 4 ilustra de modo simplificado o sistema eletromagnético do sensor.

Esses dados são transmitidos sistematicamente para o receptor, que pela Geoprova emprega o sistema do software Catman (HBM). Os dados são armazenados em uma planilha, que registra as leituras a cada 2 s.

O campo amostral para análise foi definido em aproximadamente 9 provas de carga à priori. Tendo os dados “brutos”, colhidos em campo, com auxílio da ferramenta Excel, executou-se uma padronização nos dados, a fim de gerar um gráfico “velocidade x tempo”. A ideia foi conhecer em que tempo do ensaio a velocidade tende se tornar constante. Com o emprego desta metodologia em todo o banco de dados, os gráficos foram analisados e respondem ao objetivo da pesquisa. Com os dados tratados, foi possível a plotagem dos gráficos anteriormente citados (velocidade x tempo). Após análise, foi possível observar uma convergência entre os resultados das provas de carga diferentes, com o tempo de estabilização da ordem de 2 h. Foi utilizado então o método das tangentes para estimar o ponto onde a velocidade tendia a estabilização.

RESULTADOS, DISCUSSÃO E CONCLUSÃO:

Ao fim, com os pontos de estabilização encontrados para cada ensaio, foi calculada a média, desvio padrão e coeficiente de variação, sendo possível analisar a faixa de maior incidência de estabilização, sendo representada em vermelho na Figura 4. Nos cálculos citados, foi desconsiderado o valor do ensaio 19038, uma vez que interferiria negativamente na análise final dos resultados.

Ensaio	Ponto de Estabilização (h)
18032	1,61
18135	2,78
19038 [#]	7,61
19041	2,03
19090	0,92
19097	0,81
20015	0,63
20020	1,98
20074	2,11

Média	1,61
D.P.	0,76
C.V.(%)	47%

Tabela 1: pontos de estabilização obtidos e cálculos estatísticos. Fonte: Autor

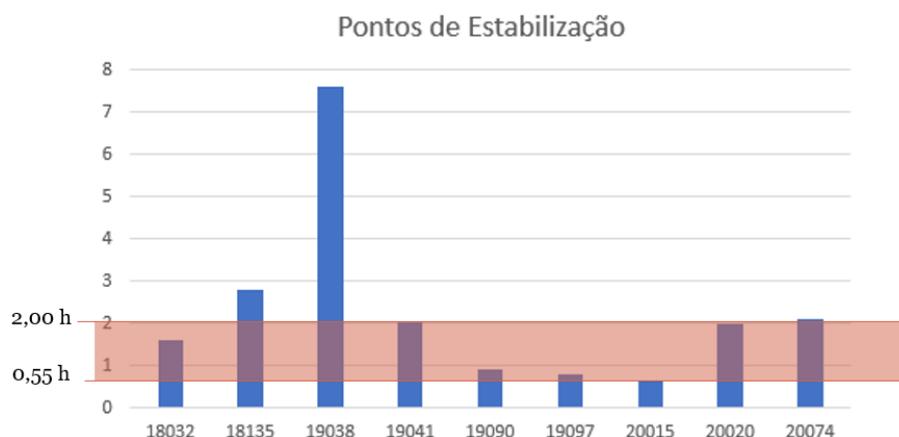


Figura 4: Representação da faixa de estabilização. Fonte: Autor

Considerou-se, portanto, os resultados obtidos nessa presente pesquisa como satisfatórios, uma vez que, após análise fundamentada na metodologia empregada, foi constatada tendência de estabilização do deslocamento da fundação profunda em estágio de manutenção da carga última por volta das 2h, como estava sendo previamente discutido em reuniões para atualizações da norma vigente ABNT NBR 16903 (ABNT, 2020).

Ainda é válido constatar que, para estudos futuros, recomenda-se utilização desta metodologia em um espaço amostral maior, dada quantidade modesta de ensaios em que se foi possível tratar os dados nesta pesquisa.

BIBLIOGRAFIA

- ALBUQUERQUE, P. J. R. Análise do comportamento de estaca pré-moldada de pequeno diâmetro, instrumentada, em solo residual de diabásio da região de Campinas. 2006.
- ALBUQUERQUE, P. J. R. Avaliação do Emprego de Prova de Carga Estática e Ensaio de Carregamento Dinâmico em Estacas Tipo Hélice Contínua. 2016.
- ALBUQUERQUE, P. J. R.; GARCIA, J.R. Engenharia de Fundações. 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2020.
- ALLEDI, C. T. D. B.; POLIDO, U. F. Capacidade de carga de estaca hélice contínua previsão por método semiempíricos vs prova de carga. São Paulo-SP. 2008 Universidade estadual de campinas faculdade de engenharia civil t. p. 149, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12131– Estacas – Prova de Carga Estática – Método de Ensaio. Rio de Janeiro. 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16903 – Solo -- Prova de carga estática em fundação profunda – Método de Ensaio. Rio de Janeiro. 2020
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122 – Projeto e Execução de Fundações.– Método de Ensaio. Rio de Janeiro. 2010
- BUREAU OF INDIAN STANDARDS Design and Construction of Pile Foundations - Code Practice. Bureau of Indian Standards
- MUCHETI, Alexsander Silva. Estacas Hélice Segmentada : Execução , Verificação De Integridade E Estudo Do Comportamento. p. 123, 2008.
- NOGUEIRA, Rogério Carvalho Ribeiro. Comportamento de estacas tipo raiz, instrumentadas, submetidas à compressão axial, em solo de diabásio. p. 246, 2004.
- PÉREZ, M . B. N. Análise de transferência de carga em estacas escavadas em solo da região de campinas/sp. p. 205, 2014.
- SCALLET, Marcella Maschietto. Comportamento de estacas escavadas de pequeno diâmetro em solo laterítico e colapsível da região de Campinas / SP. p. 164, 2011.