



Defeitos em estacas: utilização do ensaio integridade de baixa deformação para avaliação da qualidade executiva

Palavras-Chave: FUNDAÇÕES, ESTACAS, INTEGRIDADE, PET

Autores:

JULIA BRAGA SOARES DA SILVA - FECFAU - UNICAMP

PROF. DR. PAULO JOSÉ ROCHA DE ALBUQUERQUE (orientador) - FECFAU - UNICAMP

INTRODUÇÃO

Em qualquer obra, a fundação é o item que suporta toda a carga das estruturas e a transmite ao terreno. Portanto, falhas na escolha, dimensionamento e execução podem causar riscos e grandes problemas à obra. Além dos elevados custos associados ao retrabalho, reforços e reparos destas estruturas.

As fundações profundas, segundo a ABNT NBR 6122/2020 correspondem aos elementos que transmitem a carga ao terreno pela base (resistência de ponta), por sua lateral (resistência de fuste) ou por uma combinação das duas, devendo ter ao menos 3,0m de profundidade.

Para se obter um sucesso na concepção e construção desses tipos de fundações se faz necessário não somente uma caracterização conveniente das condições de subsolo, cálculo e projetos adequados à situação de implantação, como também de especificações bem definidas e detalhadas dos materiais e procedimentos construtivos para que se garanta uma maior qualidade de execução. Por conta disso, é essencial que sejam executados ensaios que forneçam dados a respeito da integridade, qualidade e capacidade de carga destes elementos.

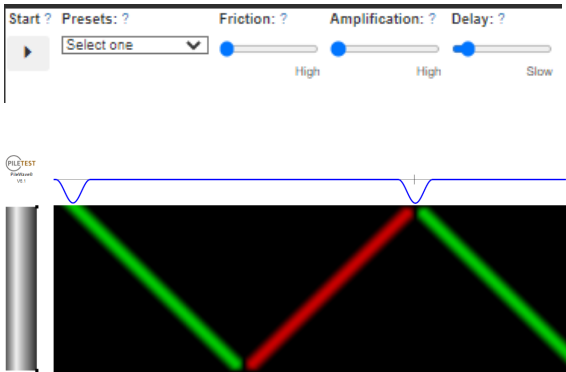
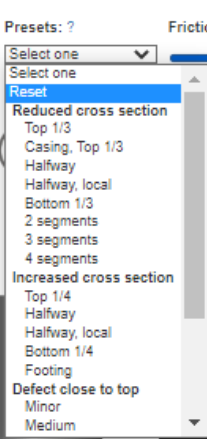

O ensaio de integridade em estacas vem se provando uma importante ferramenta na qualificação da integridade de estacas e no comprimento (MORGANO, 1996). De acordo com a Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos - ABENDI, o ensaio de baixa integridade é definido como a aplicação de uma excitação mecânica no topo da estaca, no caso um golpe de martelo aplicado no eixo axial da estaca e na verificação da resposta do sistema à esta excitação, que é causada pela variação de impedância da estaca. É um ensaio dinâmico que detecta defeitos eminentemente perigosos, como redução de diâmetro, descontinuidades no fuste e fissuras, além de poder ser utilizado para a determinação do comprimento das estacas em alguns casos. Porém, também possui limitações, variações graduais na seção transversal ao longo da estaca, desvios de alinhamento e verticais e alterações menores que 20% da seção podem não ser bem identificadas (MANTOVANI, 2019).

METODOLOGIA

Tratou-se de uma pesquisa experimental empregando um ensaio de integridade de baixa deformação para avaliação qualitativa de integridade estrutural de estacas.

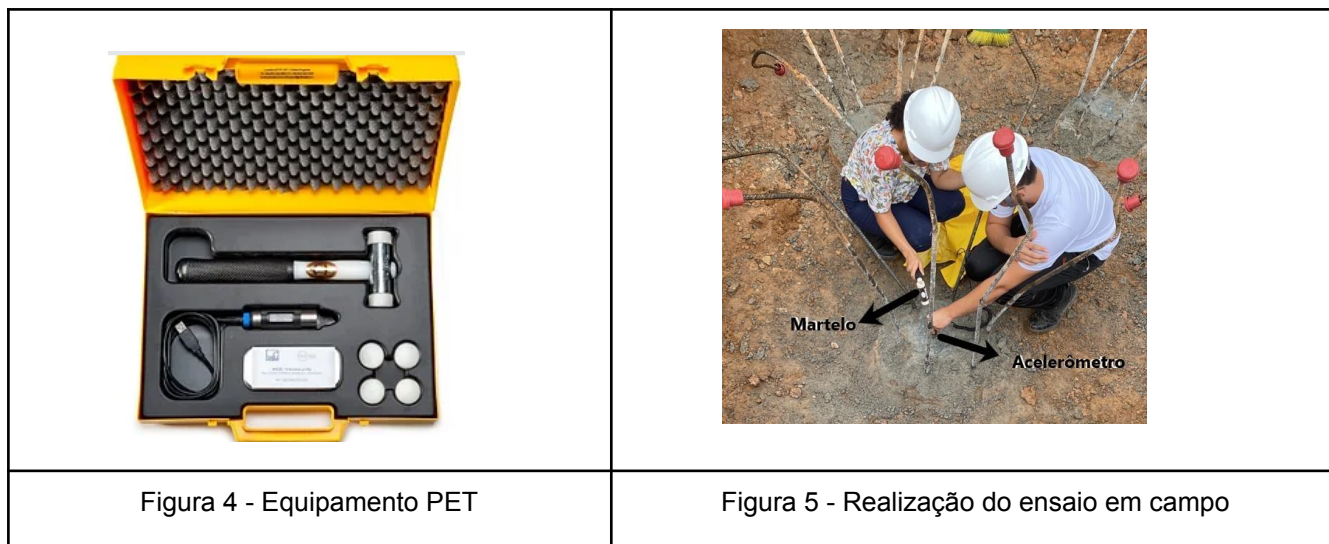
A primeira etapa da pesquisa consistiu em um estudo teórico visando a compreensão do tema.

Na etapa subsequente, foi realizado um estudo mais aprofundado sobre o ensaio Pile Echo Test (PET). Nesta fase foram realizadas simulações utilizando o software da Piletest que teve como objetivo o entendimento de maneira prática dos conceitos do funcionamento do PET. A interface do simulador é mostrada na figura 1, sendo bem intuitivo e de fácil entendimento. Nele é possível escolher o formato da estaca a ser analisada (figura 2) e além disso, é possível editar o formato manualmente apenas movimentando os quadrados pretos presentes nas bordas (figura 3).

| | | |
|--|--|--|
|  |  |  |
| Figura 1 - Interface do simulador piletest | Figura 2 - Opções de formato de estaca | Figura 3 - Opção de alteração manual do formato |

Por fim, foi realizado o ensaio utilizando o aparelho PET, ilustrado na figura 4, em uma obra. As estacas ensaiadas foram escolhidas de forma aleatória e em cada estaca foram aplicados ao menos 10 golpes. A figura 5 ilustra a realização do ensaio em campo. Vale salientar que é necessário uma etapa de preparo das estacas antes da realização do ensaio. Por isso, antes de iniciar o ensaio foi feito o arrasamento do topo da estaca de forma a deixá-lo nivelado e a superfície razoavelmente lisa, o que foi obtido com a utilização de uma lixadeira.

A análise dos dados foi feita com o auxílio do *software* Pile Echo Tester, utilizando os dados gerados durante o ensaio. Foi necessário apenas adicionar as informações relacionadas ao fck do concreto utilizado na estaca, a idade (tempo desde a execução) para que os gráficos fossem gerados com maior acurácia. Além disso, como o processo é factível de erros durante a sua execução, foi feita uma limpeza nos dados que se apresentavam um valor muito atípico em comparação com os demais.



Para que fosse possível uma comparação dos resultados obtidos com o ensaio com as informações reais da estaca foi utilizado como base o relatório de execução das estacas, que continha informações a respeito do comprimento das estacas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das simulações realizadas foi possível estudar os resultados esperados para o comportamento das ondas. Para uma estaca sem anomalias, o comportamento esperado é mostrado na figura 6.



Figura 6 - Simulação do Pile Echo Test em estaca com seção sem anomalias

Na figura 7 temos uma estaca cujo um terço de sua seção teve o diâmetro significativamente reduzido, pode-se observar que há uma reflexão do sinal antes do esperado, havendo uma diminuição de impedância.

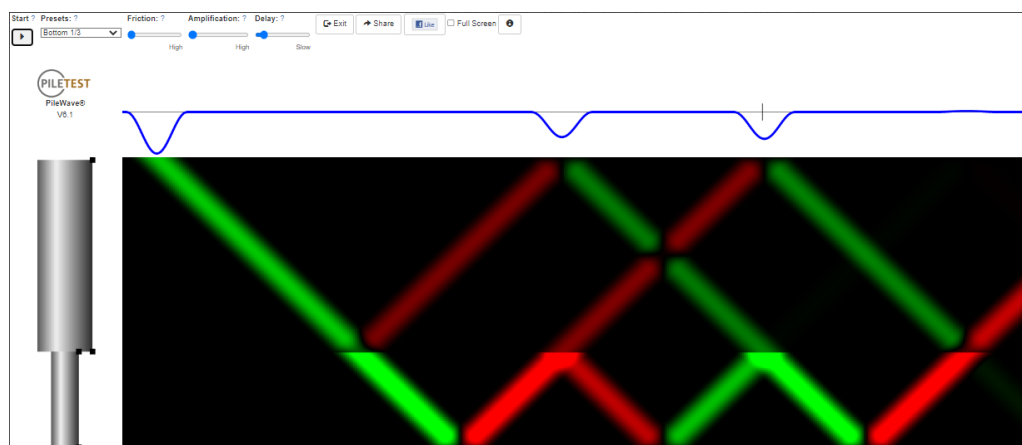


Figura 7 - Simulação do Pile Echo Test em estaca com seção reduzida

No ensaio realizado em campo, foram examinadas 18 estacas, com idades variando entre 12 e 23 dias. Na figura 8 é possível observar o resultado gerado pelo ensaio, a linha preta é a média dos golpes executados na estaca, no exemplo em questão a profundidade calculada pelo ensaio é de 13,1 m, enquanto a profundidade dada pelo relatório de execução foi de 16,40 m.

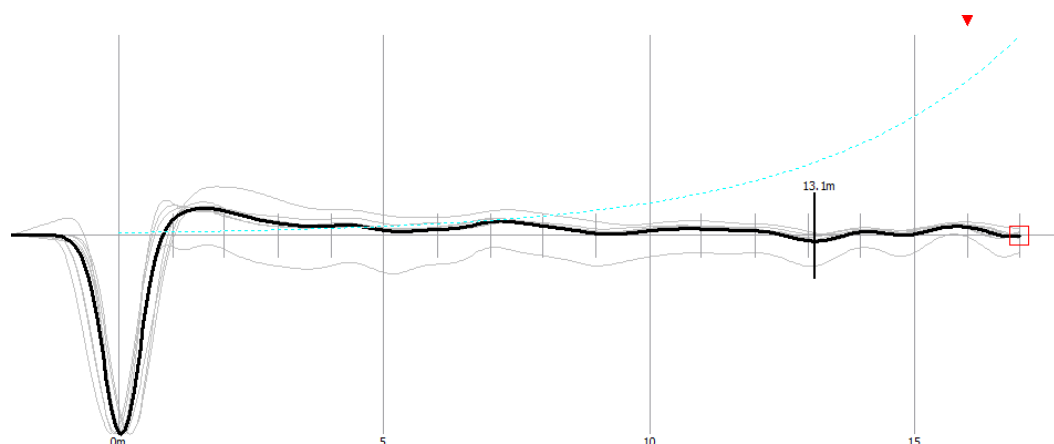


Figura 8 - Resultado do ensaio estaca E15

A tabela 1 apresenta os valores de comprimento que cada estaca apresentou tendo como base o ensaio PET e o relatório de execução, pode-se observar que algumas estacas apresentam valores bem discrepantes de comprimento. Uma das hipóteses que explicam essa grande divergência é que a cabeça da estaca não foi muito bem lixada, o que pode ter interferido na coleta dos sinais.

Tabela 1 - Valores de comprimento obtidos pelo ensaio PET e pelo relatório de execução

| Estacas | Comprimento (m) | |
|---------|-----------------|-----------------------|
| | Ensaio PET | Relatório de execução |
| E11 | 11,60 | 16,16 |
| E12 | 15,00 | 16,16 |
| E13 | 11,50 | 16,08 |
| E14 | 13,90 | 16,08 |
| E15 | 13,10 | 16,40 |

| | | |
|------|-------|-------|
| E16 | 10,00 | 16,08 |
| E17 | 13,60 | 16,08 |
| E19 | 13,10 | 16,16 |
| E20 | 7,60 | 16,08 |
| E21 | 9,60 | 16,08 |
| E23 | 9,60 | 16,08 |
| E65 | 5,60 | 16,08 |
| E66 | 12,70 | 16,08 |
| E67 | 10,30 | 16,08 |
| E68 | 6,90 | 16,08 |
| E117 | 15,80 | 16,08 |
| E118 | 16,50 | 16,16 |
| E119 | 17,90 | 16,08 |

CONCLUSÕES

O ensaio PET foi simples de ser realizado, apenas precisou de uma pequena preparação prévia da estaca e durou apenas alguns minutos para ser concluído. O *software* utilizado era intuitivo e os dados fáceis de serem compreendidos. De maneira geral, se mostra um ensaio com alto potencial para análise qualitativa do perfil da estaca, tendo em vista o tempo de duração curto e que não é preciso nenhuma grande manipulação da fundação para que seja executado. Porém, é importante atentar-se à etapa de preparação da cabeça da estaca para que os dados coletados sejam confiáveis.

Grande parte das estacas ensaiadas não apresentava o comprimento descrito no documento de execução. Como o ensaio é de cunho qualitativo, é passível de apresentar incongruências, nesse caso a preparação prévia da cabeça das estacas não foi feita de forma correta, não ficou com o aspecto liso apresentando rugosidades, o que pode ter afetado os sinais coletados.

Portanto, em algumas estacas o resultado é inconclusivo e em situações como essa o ensaio PET deveria ser repetido sob melhores condições, uma outra opção é realizar a exumação das estacas para verificação visual.

BIBLIOGRAFIA

- ABENDI - Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivos e Inspeção. **Práticas recomendadas: Execução e diagnóstico de ensaio de integridade com baixa deformação**, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, 2020
- MANTOVANI, F. **Avaliação de estacas escavadas com anomalias por meio de provas de carga estáticas e ensaios de integridade de baixa deformação**, 2019.
- MORGANO, C. M. **Determining Embedment Depths of Deep Foundations Using Non Destructive Methods**. Fifth International Conference on the Application of Stress-Wave Theory to Piles. Anais...Orlando: 1996