

Nº 179200

**Modelagem magnética para avaliação do comprimento de estacas de  
fundação de superfície**

**Vicente Luiz Galli**

*Palestra apresentada no WORKSHOP DE  
MODELAGEM E SIMULAÇÃO  
COMPUTACIONAL DO IPT INOVAÇÃO E  
IA, 2, 2024, São Paulo. Pôster. 1 slides.*

*A série "Comunicação Técnica" compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.*

**PROIBIDO REPRODUÇÃO**

## Modelagem Magnética para Avaliação do Comprimento de Estacas de Fundação em Subsuperfície

Vicente Luiz Galli

Contexto:

- Em 2022, houve o colapso de duas pontes no Amazonas (rio Autaz Mirim e rio Curaçá).
- Esse estudo visa determinar o comprimento das estacas de fundação submersas, onde métodos convencionais não destrutivos não são viáveis devido à submersão.



Figura 01 – Foto da Ponte Colapsada

Objetivo do Estudo:

- Avaliar o uso da perfilagem magnética como método para investigar as estacas de aço submersas.

Princípio da Técnica:

- As estacas de aço geram campos magnéticos induzidos.
- Esses campos são medidos por magnetômetros inseridos em furos de sondagem.
- A técnica opera em ambiente submerso, sem necessidade de acesso direto às estacas.

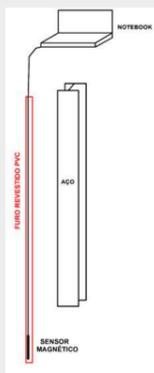


Figura 02 – Esquema da Técnica de Perfilagem Magnética

Modelagem Digital:

- Simulações: Foram idealizados modelos digitais em 3D das estacas de aço para avaliar suas respostas magnéticas.
- Ferramentas: Utilização do software MAG3D para simulações e do Oasis para visualizações.

Descrição do Modelo:

- Estaca de aço com 5 metros de comprimento, 1 metro de largura e espessura, e susceptibilidade magnética de aço ( $k = 3 \times 10^{-5}$ ) e solo ( $k = 1 \times 10^{-5}$ ).

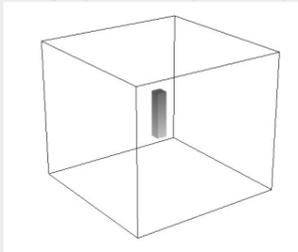


Figura 03 – Modelo Digital da Estaca de Aço

- Resultado: campo magnético total foi calculado, mas os limites da estaca não foram observados.

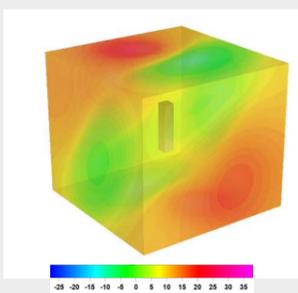


Figura 04 – Campo Magnético Modelado

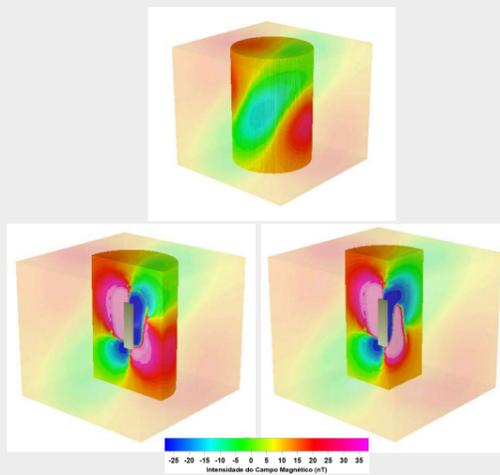


Figura 05 – Corte do Modelo para Visualizar o Interior

Processamento de Dados:

- Utilização do sinal analítico para transformar a anomalia magnética dipolar em uma anomalia positiva, onde o valor máximo (pico) corresponde ao extremo da estaca.

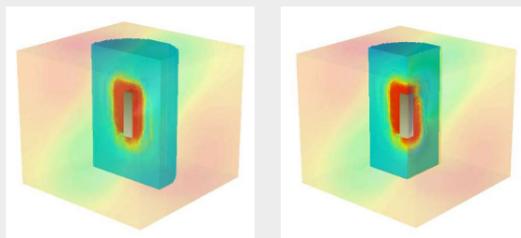


Figura 06 – Sinal Analítico do Campo Magnético

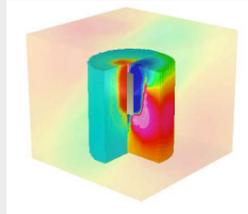


Figura 07 – Combinação do Campo Total e Sinal Analítico

Ensaios em Ambiente Controlado:

- Local: Campus do IPT.
- Objetivo: Validar a técnica em um ambiente controlado.
- Material: Trilho de aço de 3,30 metros enterrado 3 metros no solo, próximo a um furo revestido com PVC.



Figura 08 – Foto do Trilho Enterrado ao Lado do Furo

- Procedimento: Sonda magnética inserida no furo realizou medições ao longo de até 6 metros de profundidade.

Resultados do Ensaio:

- O valor máximo do sinal analítico coincidiu com o final do trilho enterrado (2,8 metros).

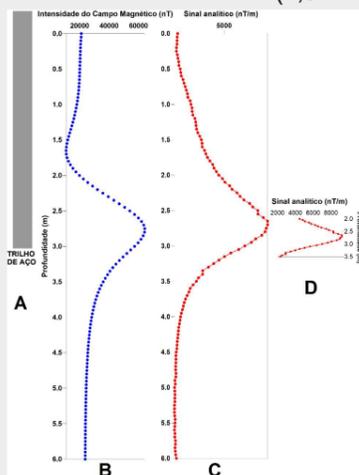


Figura 09 – Resultados dos Ensaios em Ambiente Controlado

Aplicação em Situação Real:

- A técnica foi aplicada para avaliar o comprimento das estacas de fundação de uma torre de telefonia, confirmando sua eficácia.



Figura 10 – Imagem da Torre de Comunicação

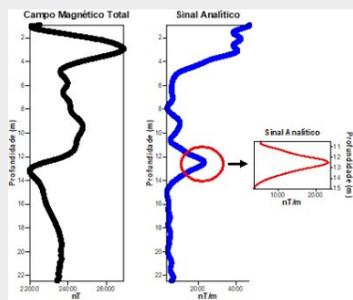


Figura 11 – Resultado do Ensaio Aplicado na Torre

Conclusão:

A modelagem digital em 3D das estacas de aço foi essencial para simular o comportamento magnético esperado e conduzir a aplicação da técnica de perfilagem magnética. Essa simulação permitiu prever as respostas magnéticas das estacas e desenvolver técnicas de processamento para destacar os limites das estacas de fundação, possibilitando assim a estimativa de seu comprimento. Posteriormente, os ensaios em ambiente controlado confirmaram a eficácia da técnica, identificando com precisão a extremidade das estacas enterradas. A combinação da modelagem com os testes práticos validou a técnica, tanto em condições simuladas quanto em uma aplicação real, demonstrando seu potencial para investigar fundações submersas de forma não invasiva e confiável.

Agradecimentos:

Agradecemos ao Airton Marambaia Santa pelo suporte prestado na impressão.

Referências:

- Roest W. R., Verhoef J., Pilkington M., 1992: Magnetic interpretation using the 3-D analytic signal. *Geophysics*, 57, 1, 116–125, doi: 10.1190/1.1443174.
- Galli, V.L., Modelagem Magnética em Furos para Avaliação do Comprimento de Estacas: 17th International Congress of the Brazilian Geophysical Society, online event, Brazil, 8-11 November 2021.
- Galli, V.L., Estudo de Viabilidade da Perfilagem Magnética na Avaliação do Comprimento de Estacas de Fundação: X Simpósio Brasileiro de Geofísica, Salvador, 08 a 10 de outubro de 2024.