

# **FUNDAÇÕES DE LINHAS DE TRANSMISSÃO ANÁLISE INTEGRADA DESEMPENHO x RISCO x CUSTO**

GLT

Gerson Fernandes Junior

Patricia M. R. Fernandes

Rafael B. Aranha Piccolo



## ESTUDO DE CASO

## PROVA DE CARGA (TRAÇÃO) ESTACA RAIZ

## Ensaio rápido

Carga de ensaio = 1,5 Carga de Trabalho

## 15 estágios de carga

## RUPTURA CLÁSSICA

## Deslocamento contínuo a partir do 12º estágio

## PROSPECÇÃO DE CAUSAS POTENCIAIS (RETROANÁLISE)

Análise memória de cálculo (OK)

Estimativa do comprimento estaca (OK)

Perfuração e injeção da estaca (OK)

## E A SONDAGEM? O QUE NOS DIZ ?



## MEDIDAS:

## Execução de nova sondagem na área da torre

## Comparação com sondagem anterior

DATA	NA	Prof. (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ago/15	-6,49	SPT Antigo	3	4	7	6	13	10	12	17	16	16	14	16	22	21	23
jul/16	-3,67	SPT Novo	2/36	1/24	2/34	2/34	4/32	3/31	14	4/31	3/32	5	7	6	7	13	23

## CONSEQUÊNCIAS:

## Reforço blocos de fundação (1 estaca extra por pé)

## Atraso, retrabalho, custos adicionais

## REFLEXÕES

---

Comprovação se deu durante a prova de carga.

E se a prova de carga não tivesse sido realizada antes da montagem da torre, lançamento dos cabos e entrada da LT em operação?

Quais as razões que podem explicar diferenças tão expressivas entre sondagens realizadas, em tese, no mesmo local?

O que dizer de instalações de transmissão projetadas com sondagens realizadas a cada 2,0 km?

Qual o grau de segurança que projetistas de fundações tem no desenvolvimento dos projetos quando se depara com situações como esta, ou quando se sabe que situações como esta podem ocorrer?

# REFLEXÕES

---

Estas incertezas, de forma geral, implicam em maiores fatores de (in)segurança, com potenciais impactos nos custos de implantação das fundações.

E quanto ao risco de falha ou desempenho insatisfatório das fundações? Quais os custos envolvidos em eventual necessidade de reforço de fundações? E no caso de anomalias de maior abrangência?

Gastos com sondagens devem ser tratados como custos ou investimentos? Qual o ganho mensurável em campanhas de sondagens que investiguem, tanto quanto possível, a maioria, se não a totalidade das torres de uma LT?

Insuficiência / carência de provas de carga?

## FATORES DETERMINANTES

---

- ⇒ Limitado número de sondagens
- ⇒ menor número de empresas sondadoras
- ⇒ Contratação por menor preço => Menores custos praticados => Sacrifício da qualidade
- ⇒ Precarização de resultados
- ⇒ Incertezas
- ⇒ Carência de fiscalização
- ⇒ Maiores fatores de (in)segurança
- ⇒ Maiores custos para as fundações e/Possibilidade de anomalias de comportamento

## FUNDAÇÃO EM SAPATA

## Variação dos Volumes de Escavação e Concreto em Função dos Valores de SPT



## FUNDAÇÃO EM TUBULÃO ( $\phi$ 80)

## Variação dos Volumes de Escavação e Concreto em Função dos Valores de SPT

## FUNDAÇÃO EM ESTACA ( $\phi$ 26)

## Variação do Comprimento em Função dos Valores de SPT

## CONSEQUÊNCIAS DIRETAS

A variação dos volumes de escavação e concreto, e comprimento de estaca, resultam em redução no custo das fundações, efeito que se potencializa em função da replicação.

Em contrapartida, o desconhecimento das efetivas condições de resistência do subsolo, (carência de sondagens ou incertezas dos resultados destas), representam potencial majoração de coeficientes de segurança (fundações mais robustas) e/ou mudança do tipo de fundação => assegurar grau de segurança adequado às fundações face às incertezas prevalentes.

Considerando o limitado custo das sondagens geotécnicas SPT são notórios os benefícios diretos da realização de campanhas de sondagens

- => limitado investimento
- => potencial redução custo dos empreendimentos
- => garantida de confiabilidade das instalações
- => menor probabilidade de anomalias e custos decorrentes de recomposição da instalação



## OBSERVAÇÕES RELEVANTES

NÃO BASTA A EXECUÇÃO DE CAMPANHA DE SONDAGENS. SÃO CONDIÇÃO IMPERATIVAS:

=> Que a empresa executante tenha capacitação e integridade na consecução de suas atividades

=> Que a campanha de sondagens seja monitorada ou fiscalizada, no todo ou em parte,

FATORES QUE PODEM IMPLICAR EM NÃO CONFORMIDADES DAS FUNDAÇÕES

=> Deslocamentos de torres na fase de projeto, posteriormente à etapa de execução das sondagens,

=> Equívocos na vinculação N° Torre x N° Sondagem,

=> Locação de furos através de GPS

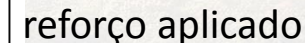
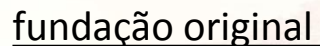
Erros de posicionamento

Diferenças de “Datum” (~ 60,00 m)



C = 56,00 tf  
T = 51,00 tf

DATA	NA	Prof. (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ago/14	-8,45	SPT Antigo	26	17	20	22	25	29	34	43	-	-	-	-	-	-	-
out/16	-11,56	SPT Novo	1/26	2/25	2	2	2	4	4	5	7	4	4	6	7	9	...




## RECOMENDAÇÕES

- a) Campanhas de sondagem sistemáticas nos projetos de fundações de LT's, com aplicação de “check-list” no que concerne à locação dos furos previstos
- b) Acompanhamento e Monitoramento das equipes de sondagem
- c) Avaliação de eventual necessidade de execução de sondagens por amostragem durante a fase de implantação das fundações, no caso de indicativo de potencial assimetria de dados/constatações projeto x campo
- d) Estabelecimento de critério rigoroso para habilitação das empresas de sondagens junto às concessionárias de energia e projetistas
- e) Previsão de realização de ensaios de carga na fase de execução de fundações, visando aferir os resultados das sondagens e a aderência dos procedimentos de cálculo baseados em correlações com valores de SPT => ACERVO TÉCNICO
- f) Acompanhamento e fiscalização da execução de fundações


## **Gerson Fernandes Junior**

---

 (11) 2507-0190

 (11) 93801-6279

 [gerson@epte.com.br](mailto:gerson@epte.com.br)

 [www.epte.com.br](http://www.epte.com.br)