



**XXII SNTPEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

BR/GLT/04
13 a 16 de Outubro de 2013
Brasília - DF

GRUPO - III

GRUPO DE ESTUDO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO - GLT

TROCA DE 17 ESTRUTURAS METÁLICAS COM CONSTRUÇÃO DE VARIANTE EM TRECHO DENTRO D'ÁGUA

**Michelson Airton Rodrigues
Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica – CEEE-D**

RESUMO

O presente trabalho descreve a troca de 17 torres metálicas com corrosão avançada, em um ambiente marítimo as margens da lagoa do Armazem com alto grau de cloreto de sódio, impossibilidade de retirada de grande parte dos parafusos pelo método tradicional, apresentando trecho de 2000 metros dentro d'água com circuito simples radial (única fonte de alimentação). Também apresentando o comprometimento do sistema de aterramento, pés das torres com oxidação, falta de aterramento de cerca e patologias nos blocos de concreto (fundação). Optou-se em construção de variante de 7 km em madeira incluindo o trecho dentro d'água, atendendo a maior demanda. A construção da variante em madeira, desenergizando a linha de transmissão definitiva para troca das torres, teve um ótimo custo benefício.

PALAVRAS-CHAVE

Linha de Transmissão, Torre Metálica, Corrosão, Variante, Estrutura de Madeira.

1.0 - INTRODUÇÃO

A Linha de Transmissão em referência, com 34 anos de operação, teve inúmeras intervenções com problemas de oxidação e fadiga de material decorrente de vibração eólica. Dentre os materiais podemos citar: cabo cobertura, cabo condutor, isoladores, peças e parafusos das estruturas, cavalotes, manilhas, fio de aterramento, etc...

Em meados de 2008 teve algumas avaliações entre a manutenção e a construção, decorrente do número de intervenções feitas na Linha de Transmissão. De um lado o setor de manutenção sugeria a construção de uma nova LT que contemplasse o pior trecho (17 estruturas com maior número de anomalias) e de outro o setor construção colocava que o problema era de uma manutenção, devendo ocorrer uma manutenção mais efetiva.

Na ocasião, para ter um diagnóstico real da situação que se encontrava o trecho apontado como o pior, foi realizado um levantamento detalhado, para decidir dentre as alternativas de maior relevância destacam-se as seguintes: construção de uma nova Linha de Transmissão, onde o custo ficaria muito alto por ser uma região alagada com todas as fundações estacadas; mudança de traçado, aumentando a extensão de 7 km para aproximadamente 20 km em trecho urbano; e a troca das estruturas existentes, não somente por peças.

2.0 - HISTÓRICO DE MANUTENÇÃO

A construção da Linha de Transmissão 69 kV Osório x Tramandaí teve início no ano de 1978, e a data do início de operação foi em 1979. Essa a única fonte de alimentação para o Município de Tramandaí e arredores, não possui alternativas de remanejamento de carga e tem seu carregamento pleno na temporada de veraneio.

Essa Linha de Transmissão atende a Subestação Tramandaí com uma potência instalada de 56,25 MVA, e a Subestação da empresa PETROBRÁS com uma potência de 16 MVA.

No ano de 2010, o número de consumidores atendidos por essa Linha de Transmissão era cerca de 48.500 entre os municípios de Tramandaí, Imbé e praias ao entorno.

Essa LT esta situada nas margens da lagoa do armazém onde também acontece a travessia no município de Tramandaí, ambiente marítimo com alto índice de cloreto de sódio, agravando o processo de oxidação.

As estruturas instaladas são da série "x" de tipo XA, XAS, XAR, XAS e XCM, projetos de origem Alemã com medidas milimétricas.

Em diversas situações foram realizadas intervenções nesta Linha de Transmissão e será destacado, neste trabalho, apenas as que tiveram relação direta com a oxidação das ferragens das estruturas. No ano de 1983 foi realizada pintura na estrutura de número 56 (última estrutura do circuito antes da subestação Tramandaí), diversas intervenções da manutenção com troca de peças, principalmente os contraventos dessas estruturas. Em 1996 teve algumas pinturas pontuais de peças com oxidações e no ano de 2000 foi realizada a pintura das 17 torres com maior incidência de corrosão.

3.0 - LEVANTAMENTO

Nas inspeções de rotinas, realizadas pela manutenção de linhas de transmissão, foram identificados problemas de corrosão, com algumas fotos pontuais, que sinalizavam a gravidade de algumas estruturas. Porém não se tinha um levantamento de todas as peças comprometidas.

Para realizar o levantamento quantitativo e a gravidade das peças das estruturas com oxidação teve-se dificuldade por as peças estarem pintadas em manutenções realizadas em outras ocasiões. Com a recuperação, tratamento e pinturas anteriores das peças com oxidação, o real comprometimento fora mascarado.

No levantamento realizado pelo Setor de Manutenção de Linhas de Transmissão no período compreendido entre 18.01.2010 e 25.02.2010, foram batidas e raspadas todas as peças de todas as estruturas tomando como parâmetro para análise o nível de oxidação das peças com agressão - perfuradas, rompidas e atoras, além da galvanização. O levantamento realizado obteve resultado inesperado, onde apresentou oxidação de mais de 80 % das peças das torres, conforme podemos observar na Figura 1, 2, 3 e 4, o nível de oxidação avançado .



FIGURA 1 – Corrosão nas treliças



FIGURA 2 – Corrosão nos parafusos



FIGURA 3 – Corrosão nas ferragens e acessórios



FIGURA 4 – Corrosão nas tralças

O levantamento das peças pode ser observado no grafico abaixo, Figura 5. Esta representado o número total de peças de cada estrutura, coluna verte, e o total das peças com oxidação, coluna laranja.

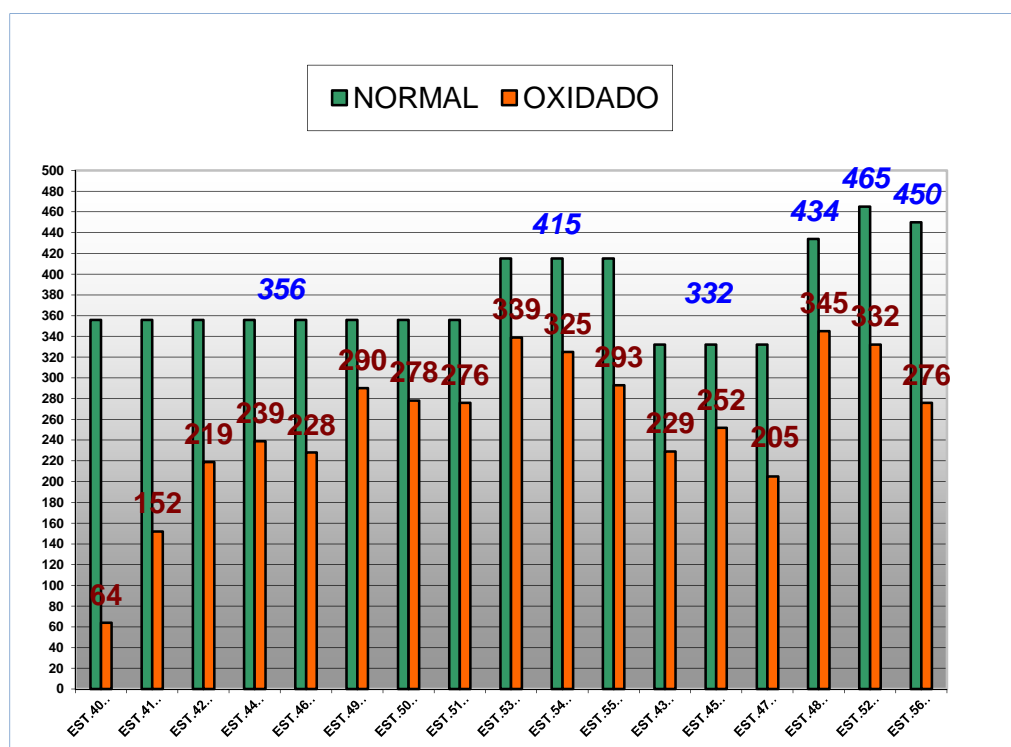


FIGURA 5 – Análise gráfica das peças com corrosão

Também foram identificadas outras anomalias nas estruturas, como cabos de cobertura comprometidos, sistema de aterramento danificado, sem placa de numeração, placa de advertência e deflexão, faltando em todo o trecho os aterramentos de cerca. Os pés das torres com oxidação nos stub's próximo aos blocos de concreto conforme Figura 6, também foram identificados para realizar reparos.



FIGURA 6 – Stub com corrosão

Com a avaliação realizada, definiu-se pela troca de todas as estruturas, de forma massiva e todos os defeitos identificados pela manutenção. Para troca das estruturas optou-se fazer uma variante, paralela a linha existente para alimentação toda demanda atendida pela LT original.

4.3 - FABRICAÇÃO DAS TORRES METÁLICAS

Para a obtenção das plantas de uma das estruturas, número 56 –XCM, por serem muito antigas, foram contatadas várias empresas que projetam linhas de transmissões do Estado do Rio Grande do Sul e algumas empresas do país e não foram encontradas. As alternativas cogitadas na ocasião foram de realizar o levantamento dimensional em campo ou construir outra estrutura similar. Dentre as avaliações, a opção encontrada foi adaptar uma estrutura com a mesma altura, árvore de carregamento similar e abertura dos pés muito próxima. Foi feita uma adequação de furação para utilizar a mesma fundação da estrutura existente.

Com o objetivo de ter um melhor custo e controle do processo de fabricação optou-se em comprar as estruturas separadas do serviço. As plantas das estruturas metálicas (série “x”) muito antigas de difícil interpretação e diferença de medidas projetadas com as medidas de treliças comercializadas foram equacionadas para sua produção. Para as medidas milimétricas foram adotadas medidas correspondentes em polegadas de material comercial e nas peças com medidas não comercializadas foi adotada a próxima medida superior em polegada.

Com a definição de trocar todas as torres comprometidas optou-se em aumentar ao máximo a vida útil das estruturas. Sendo um ambiente muito agressivo optou-se a substituição por estruturas galvanizadas e pintadas. Para chegar a um processo satisfatório de pintura alguns cuidados foram tomados com as peças já galvanizadas. Efetuando limpeza das superfícies para a completa remoção de fuligem, pó e película de óxido de zinco, vestígio de óleo, graxa, gordura outros contaminantes da superfície, realizando limpeza por ação físico-química, para aplicação da pintura sobre a camada de zinco.

Para a execução da pintura, foi jateado com abrasivo (brush-off) sobre a galvanização, para produzir rugosidade. Após, aplicou-se prime epóxi-isocianato de dois componentes com 25 micrometros, tinta intermediária epoxi alta espessura de 100 micrometros e tinta de acabamento poliuretano alifático de dois componentes com 75 micrometros. A aplicação foi realizada com pistola convencional, conforme recomendação do fabricante. A espessura total média da película seca ficou superior a 200 micrometros. A temperatura da superfície para aplicação da pintura foi controlada entre 5°C a 35° C e a umidade relativa do ar em torno de 10% a 85%.

4.0 – PROJETO E EXECUÇÃO DA VARIANTE

A alternativa de construção de variante em madeira contou com a experiência dos funcionários da concessionária, em ter uma quantidade razoável de linhas de transmissão em madeira, produção e tratamento de postes com dois hortos. No projeto da variante, se destaca a dificuldade de realização da topografia, as definições de estrutura e fundações em madeira dentro d'água com a conotação de ser provisória. Para o projeto da variante foi utilizado parte do trecho da faixa de domínio da Linha de Transmissão original e no outro trecho, por apresentar invasões, foi obrigado a ser feito um traçado alternativo, não podendo ser paralelo a LT existente. Para a construção do projeto provisório foram necessárias licenças ambiental, dos proprietários dos terrenos e da Marinha do Brasil. Para a emissão dessas licenças, alguns órgãos colocaram condicionantes como a não utilização de dragas, colocação de sinalizadores avi fauna, não realizar corte de vegetais, etc...

No projeto e execução da variante optou-se em utilizar o cabo tipo CAL 465 CAIRO para que atendesse toda a demanda. As estruturas em madeira foram do tipo:

- MBX – suspensão dois postes;
- MCL - ancoragem com três postes;
- MBN – ancoragem em alinhamento com dois.

As estruturas descritas acima foram utilizadas apenas nos trechos secos e nas margens. Na parte da travessia da lagoa foram utilizadas estruturas de madeira de um poste tipo MQS - suspensão com fundação com dois mostos. No sistema de aterramento da variante provisória foram adotadas hastes de Franklim, hastes cobreadas na terra. Para facilitar, o cabo condutor lançado ficou nas roldanas de lançamento, não sendo grampeado. Todo o projeto da variante atendeu a NBR 5422 com as distâncias de segurança.

Para a montagem das estruturas onde tinha a dificuldade de chegada de maquinário para realizar o içamento dos postes foi utilizado o método de mastro como pilotos, que consiste em um poste menor que puxa o maior. Para esse método são utilizados estais laterais fixados em estacas para equilibrar a subida do poste maior definitivo e, para tracionar, utilizado talha tipo Tífor. Por ser uma região de litoral onde a abertura de cavas na areia desmorona, foram utilizados jatos de água para aprofundar os postes. Uma das maiores dificuldades nesse processo foi a logística de material na água com e sem barco, lançamento de cabo na água, fundação, etc... Nas Figuras 7, 8, 9 e 10 mostram os processos de colocação dos postes.



FIGURA 7 – Içamento de poste com mastro



FIGURA 8 – Execução dentro d'água



FIGURA 9 – Montagem na água



FIGURA 10 – Montagem de estrutura de madeira

Com a alimentação pela variante e a Linha de Transmissão original desligada, realizou-se a troca das estruturas metálicas, a recuperação dos pés das torres (stub's), blocos de concreto, substituição do cabo cobertura e sistema de aterramentos. Foi feito uma pré-montagem das torres onde o solo era firme e retirado a estrutura com defeito e colocado a nova por intermédio de guindastes conforme Figuras 11 e 12.



FIGURA 11 – Montagem de torres



FIGURA 12 – Montagem de torres

Na parte dentro da água, a troca das torres da LT foi peça por peça com o auxílio de barcos e plataformas conforme Figura 13. Para a retirada das peças e parafusos foi utilizada chave de impacto elétrico com geradores auxiliares. Esse processo teve o acompanhamento detalhado de passo a passo com a Divisão de Saúde e Segurança Ocupacional da concessionária.



FIGURA 13 – Montagem de estrutura em plataforma

Nesse processo houve algumas perdas de material, como parafusos, porcas, ruelas e chaves para aperto.

5.0 - SEGURANÇA

Além dos procedimentos de segurança de rotina, foram definidos procedimentos adicionais em função do risco da atividade em conjunto da Equipe de Manutenção de Linhas de Transmissão da Companhia e a Divisão de Segurança e Saúde Ocupacional (DSSO).

- Realização passo a passo para a montagem e desmontagem das torres;
- Realização de APR's específica para cada atividade;
- Avaliação de equipamentos energizados dentro d'água;
- Reuniões de nivelamento de informações;
- Reunião de integração com as equipes

6.0 - CUSTOS

Para achar o melhor custo benefício para trocar as estruturas da Linha de Transmissão, foram avaliadas as possibilidades de realizar os trabalhos com a LT energizada ou desenergizada. Na ocasião, foram feitas algumas cotações no mercado com empreiteiras do ramo para as duas possibilidades. Para a realização da troca com a LT

desenergizada deveria ser construída uma variante para atender toda a carga da região e com a LT energizada deveria ser realizada a troca de peça por peça com equipe de linha viva. Por motivos de custo e segurança optou-se em realizar a atividade com a LT desenergizada conforme descrito anteriormente, realizando o projeto e execução de variante em madeira de 7 km, com trecho de 2 km dentro d'água.

Abaixo o custo de execução, custos para a troca das 17 torres comprometidas e das estruturas:

Custo de Material - Estruturas ≈ R\$ 500.000,00

Custo de Material - Ferragens ≈ R\$ 300.000,00

Custo de Mão de Obra ≈ R\$ 800.000,00

CUSTO DIRETO TOTAL ≈ R\$ 1.600.000,00

7.0 – CONCLUSÃO

Com a troca das estruturas metálicas pintadas e galvanizadas estima-se em 60 anos a vida útil das estruturas. A solução adotada teve um ótimo custo/benefício da variante em madeira. Uma das vantagens em realizar a variante foi atender período de maior carga do litoral norte na temporada de verão, diminuindo os riscos da atividade com a Linha de Transmissão energizada e a redução de tempo de desligamentos. Também podemos destacar que a obra de melhoria esta sendo aplicado o valor integral no ativo da empresa concessionária, considerado este investimento para revisão tarifária – ANEEL.

Com esta obra obteve-se melhor confiabilidade do sistema, melhorando o escoamento das descargas atmosféricas e diminuindo os desligamentos transitórios.

4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. Projetos de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica- NBR 5422. Brasil.

(2) LABEGALINI, Paulo Roberto; & LABEGALINI, José Ayrton; FUCHS, Rubens Dario e ET AL.; **Projetos Mecânicos das Linhas Aéreas de Transmissão**; Ano: 1992; Editoro: Edgard Blucher – 2º ed.

5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Nome: Michelson Airton Rodrigues

Nascido em Taquara-RS em 16/04/1979

Técnico em Eletrotécnica – Escola CIMOL – Taquara-RS em 1999

Graduado em Administração - Faculdades de Taquara –FACCAT – Taquara-RS ano 2004

Pós-graduado em Controladoria e Finanças – Faculdades de Taquara – FACCAT – Taquara – RS ano 2006

Experiência Profissional: Desde o ano de 2004 trabalhando da Companhia Estadual de Energia Elétrica- CEEE, com Linha de Transmissão.