



**GRUPO III
GRUPO DE ESTUDO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO - GLT**

**ESTRUTURAS METÁLICAS COMPACTAS DE 69 KV EM PERÍMETRO URBANO – RESULTADO DA
APLICAÇÃO DE MATERIAIS E SERVIÇOS EM LINHA DE TRANSMISSÃO NA AES SUL**

**Claiton A. R. Homrich*
AES Sul**

RESUMO

O presente trabalho apresenta a experiência da AES Sul obtida com a utilização em seu sistema de transmissão de estruturas metálicas compactas de 69 kV em áreas urbanas. Esse tipo de utilização possibilitou uma significativa redução no custo final da obra comparada com as estruturas em concreto, normalmente utilizada em áreas com elevada densidade populacional. Além disso, a prática adotada reduziu substancialmente as dimensões das estruturas, atenuando o impacto visual resultante da construção das torres. Mostra-se aspectos relevantes do projeto dessas torres detalhando onde foram auferidas as reduções de custo, bem como ilustrações que mostram a redução da poluição visual alcançadas com o seu emprego.

PALAVRAS-CHAVE

Poluição visual, materiais, serviços, torres metálicas urbanas, viabilidade técnico-econômica.

1.0 - INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, o fator que mais influenciava a decisão pelo projeto da linha de transmissão é o custo-benefício. Atualmente, aliado a redução de custos, torna-se cada vez mais importante a redução do impacto visual resultante do projeto, pois os órgãos ambientais e as agências reguladoras estão tornando-se bastante exigentes para a liberação de licenças de construção das mesmas.

7

Dentro deste novo contexto, a AES Sul estudou a viabilização de inserção de novas tecnologias relacionadas à linha de transmissão em 69 kV e 138 kV no seu padrão de materiais e serviços para linhas de transmissão, buscando reduzir custos, poluições visuais e, naturalmente, manutenção da confiabilidade. O resultado das análises efetuadas foi a utilização de estruturas metálicas compactas de 69 kV para linhas de transmissão urbana, conforme figuras 1 e 2, a seguir. Como pode-se notar, trata-se de estruturas treliçadas autoportantes, com fundação única, similar ao poste de madeira ou de concreto, capaz de associar as vantagens técnico econômicas das estruturas treliçadas com as dos postes maciços ou tubulares



FIGURA 1 – ESTRUTURA DE SUSPENSÃO



FIGURA 2 – VISTA GERAL DA LT

2.0 - CARACTERÍSTICAS DE PROJETO DA LT

A linha de transmissão adotada para análise pertence a classe de tensão de 69 kV situada em região densamente povoada e com extensão de cerca de 2.700 metros, executada em circuito simples trifásico com configuração vertical, composta de 1 condutor CAA LINNET 336,4 kcmil por fase e 1 cabo pára-raios HS 3/8" e isoladores do tipo polimérico. Foram utilizadas 18 estruturas de suspensão e 9 estruturas de ancoragem. Seu projeto baseou-se nos critérios da norma brasileira NBR 5422 – Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão e Subtransmissão de Energia elétrica e o projeto das estruturas metálicas feito por uma Empresa de renome nacional, calculadas com a utilização de programas de computador baseados no método dos elementos finitos e que fazem a análise estática linear de estruturas reticuladas. O dimensionamento atendeu integralmente aos requisitos do "Guide for Design of Steel Transmission Towers" do ASCE.

Para todas as estruturas, empregou-se fundações em sapata de concreto com stub, sendo utilizado apenas uma fundação em concreto e seus quatro stubs são montados em conjunto formando um gabarito indeformável entre eles. Utilizou-se, para ambos os casos, as mesmas condições de carga nos condutores e no pára-raios, bem como mesma velocidade e pressão do vento e o mesmo período de retorno. A fabricação das estruturas metálicas mantiveram-se idênticas ao processo de fabricação das outras estruturas metálicas convencionais.

2.1 Descrição dos Materiais

2.1.1 Estruturas

Com o emprego deste novo conceito de estruturas metálicas para linhas de transmissão, obtém-se razoável economia, seja em termos de materiais seja em serviços. Uma das vantagens do uso destas estruturas é o transporte e instalação, nos seguintes pontos:

- Tendo em vista a sua execução treliçada, com pequenos veículos é possível transportar suas peças a qualquer lugar;

- Facilidades na montagem, pois pode-se realizar a pré-montagem das diversas partes da estrutura no próprio canteiro de obras, não sendo necessários com isso, a utilização de grandes equipamentos para sua instalação e montagem. No caso das estruturas em concreto, normalmente ocorrem transtornos no tráfego de veículos e pedestres (observar figuras 3 e 4).



FIGURA 3 – MONTAGEM DA ESTRUTURA



FIGURA 4 – MONTAGEM DA ESTRUTURA

É importante salientar que, nesta linha de transmissão tomada como exemplo, seria bastante complicado a instalação de estruturas de concreto devido a proximidade com árvores e com redes de distribuição em média tensão, conforme pode ser observado nas figuras 5 e 6, a seguir.

O custo dessa linha poderia ter sido reduzido de forma mais acentuada caso houvesse sido desenvolvida a família completa de torres. Atualmente, tem-se somente a suspensão urbana até 3° e ancoragem 90° ou terminal. Caso houvesse uma estruturas de ancoragem intermediária, seria reduzido o peso desta estrutura e, naturalmente, os custos relativos a materiais e serviços.

Foi usado nesta LT 57 toneladas de aço, ao passo que, se a sua execução fosse em concreto, seriam necessários 27 postes de concreto, representando, nesse item, apenas 2% de redução de custos em materiais. Pela facilidade de execução e transporte, a grande economia resultante do seu emprego aconteceu nos custos de mão-de-obra para a sua montagem, onde foram obtidos cerca de 20% de redução de custos.



FIGURA 5 – MONTAGEM DA ESTRUTURA



FIGURA 6 – MONTAGEM DA ESTRUTURA

2.1.2 Isoladores

Caso fossem usadas estruturas de concreto seriam necessários o emprego de 57 isoladores poliméricos convencionais e 75 isoladores line-post. Essas estruturas permitiram a utilização apenas de isoladores poliméricos convencionais, representando também neste item uma redução considerável em materiais e serviços. Em materiais para a isolação das partes energizadas, conseguiu-se uma redução de aproximadamente 58% de custos em relação as linhas executadas em concreto, resultante da não utilização de isoladores tipo line-post. Conseqüentemente, reduziu-se as necessidades de custos com serviços em cerca de 27%. Detalhes da montagem dos isoladores convencionais podem ser observadas nas figura 7 e 8, a seguir.



FIGURA 7 – MONTAGEM OS ISOLADORES



FIGURA 8 – MONTAGEM DOS ISOLADORES

2.1.3 Fundações

O tipo de estrutura possibilitou também reduções consideráveis em praticamente todos os itens relacionados à fundação de estruturas, tais como:

1. Escavação
2. concreto e concretagem
3. reaterro
4. aço para armadura
5. formas com reaproveitamento
6. solo de jazida
7. eletroduto flexível

A economia total resultante dos itens acima situou-se em aproximadamente 28%. Salienta-se que a maior diferença está no item “aço para armaduras”, onde obteve-se uma redução de cerca de 50 % no peso final. Na tabela 1, a seguir, são discriminadas os volumes e massas envolvidas no projeto das fundações da linha de transmissão em análise.

TABELA I
VOLUME E PESO DE ESCAVAÇÃO:

Volume (m ₃)	Metálico	Concreto
<i>Escavação em solo tipo 1 (solo normal)</i>	595,98	714,10
<i>Concreto</i>	250,68	336,52
<i>Reaterro</i>	342,68	306,50
<i>Concretagem</i>	250,68	336,52

Peso (kg)	Metálico	Concreto
<i>Aço para armadura</i>	6.739,14	13.323,00



FIGURA 9 – FUNDAÇÕES



FIGURA 10 – FUNDAÇÃO PRONTA

2.1.4 Impacto Ambiental e Visual

A exigência crescente dos órgãos reguladores e ambientais, obrigam a adequação das estruturas utilizadas nas linhas de transmissão aos novos conceitos de preservação ambiental e no caso específico de área urbana, também são importantes os aspectos relacionados aos impactos visuais provocados pelas mesmas. Com base nisto, este tipo de solução em estrutura conseguiu uma substancial redução no corte de vegetação para montagem das estruturas metálicas em torno do local, facilitando as liberações das licenças ambientais e conseqüentemente, diminuindo o tempo de execução final da obra. No caso da utilização das estruturas em concreto convencionais, o tempo total da obra poderia ser bem mais elevado. Nas figuras 11 e 12 são mostradas detalhes do aspecto visual das estruturas utilizadas.



FIGURA 11 – VISTA GERAL DA LT



FIGURA 12 – VISTA GERAL DA LT

2.2 Outras melhorias implementadas no Projeto

Algumas melhorias vindas com o desenvolvimento do projeto destas estruturas referem-se a instalação de dispositivos anti-escaladas, cruzeta para sustentação de alimentadores em média-tensão e proteções contra choques de veículos. No primeiro caso, a empresa de distribuição fica resguardada de quaisquer acidentes que possam vir a ocorrer devido a escalada de pessoas ou animais até próximo aos condutores da linha energizada. No caso das cruzetas, transfere-se dos postes antes existentes para ancoragens executadas diretamente em algumas torres, conforme pode ser observado na figura 13. A figura 14 mostra os detalhes dos dispositivos que garantem a proteção das linhas contra choques mecânicos.



FIGURA 13 – CRUZETA PARA ALIMENTADORES



FIGURA 14 – DEFENSA METÁLICA

- (2) Labegalini, P. R.; Labegalini, J. A.; Fuchs, R. D.; Almeida, M. T. "Projetos Mecânicos das Linhas Aéreas de Transmissão". Editora Edgard Blücher Ltda.. São Paulo. 1992.
- (3) Silva, P. R. R. L e outros. "Trusspole - Poste Metálico Trelaçado – Resultados da Aplicação em LT 69 kV C.S." – Trabalho FL/GLT/02 XIII SNPTEE/1995 – Florianópolis – SC – Brasil.
- (4) Silva, P. R. R. L e outros. "Uma Nova Série de Estruturas para Aplicação em LT's Urbanas de Baixa Tensão" – Trabalho FL/GLT/08 XIV SNPTEE/1997 – Belém – PA – Brasil.

3.0 - CONCLUSÃO

Conforme pode ser observado no trabalho, tem-se como vantagens das estruturas metálicas utilizadas pela AES Sul em áreas urbanas, naturalmente quando comparadas as estruturas em concreto:

- Redução de custos de materiais e mão-de-obra para montagem – após a conclusão do projeto, obteve-se reduções no item materiais e serviços da ordem de 23 e 22%, respectivamente, resultando numa economia final de, aproximadamente, 21%;
- Simplicidade de montagem e transporte, facilitando sua instalação em áreas de arborização densa e existência de redes de média-tensão;
- Menor impacto visual provocado pela instalação das estruturas da linha;
- Facilidade de manutenção.

De acordo com esses resultados, pode-se afirmar que todos os objetivos com a instalação deste novo conceito de estruturas metálica compactas de 69 kV na âmbito da AES Sul foram satisfatoriamente atingidos.

4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão e Subtransmissão de Energia Elétrica – NBR 5422 – Brasil.