

# SISTEMA DE TRANSMISSÃO **XINGU-RIO**

2º RELATÓRIO DE RESPOSTAS ÀS CONDICIONANTES DA LICENÇA PRÉVIA Nº 542/2017

## **ANEXO 2.5-9**

Outubro de 2017



**XINGU RIO**  
**TRANSMISSORA DE ENERGIA S.A.**

## **Nota Técnica**

**Aspectos de Projeto quanto à Utilização de Torres Treliçadas**

**Linha do Eletrodo de Terra Xingu**

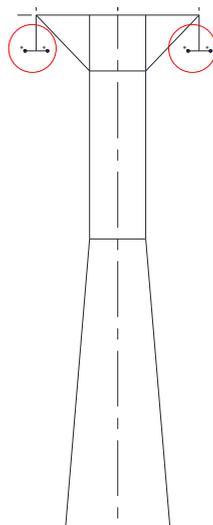
Para definição do tipo de estrutura para suporte do sistema de transmissão associado ao eletrodo de terra, foram considerados os seguintes critérios

- 1) Carregamento Mecânico das Estruturas
- 2) Vão entre estruturas
- 3) Altura das estruturas

Os critérios mencionados foram estabelecidos para atendimento integral das especificações descritas no Edital de Leilão nº 007/2015 e, adicionalmente, na adoção das melhores práticas para redução no impacto ambiental do processo de instalação e operação do Sistema de Transmissão Xingu Rio, buscando otimizar locação de estruturas em áreas antropizadas, sempre que possível próximas a acessos existentes, ampliação máxima de vão em fragmentos florestados para redução de quantidade de praças de torres e, por fim, no alteamento das estruturas para reduzir a necessidade de supressão de indivíduos arbóreos.

### Carregamento Mecânico das Estruturas

Os requisitos para elaboração do projeto da Linha de Eletrodo XRTE foram estabelecidos no item 7 do Anexo 6 do Edital de Leilão nº 007/2015. Assim, no Projeto Básico da Linha do Eletrodo de Terra da SE Xingu, ref.: LEXB2-PB-RT-0001, foi necessário considerar o cabo condutor de alumínio (CA) 1.192 kcmil Hawthorn, na configuração com 2 feixes de 2 subcondutores, conforme indicado na figura abaixo.



*Figura 1: Silhueta da estrutura típica da Linha do Eletrodo com 2 feixes de 2 subcondutores CA 1.192kCM Hawthorn.*

Destaca-se que esta é uma configuração mais severa quanto aos esforços mecânicos aplicados às estruturas, quando comparado às configurações tradicionais até então implementadas em Linhas de Eletrodo no Brasil (que apresentam apenas 1 condutor por circuito). Este requisito especial de projeto é inédito nos Editais de Transmissão de Sistemas de Corrente Contínua e passou a ser exigido pela ANEEL/ONS a partir deste Edital de Leilão 007/2015, objeto de escopo da XRTE.

Abaixo é indicado uma tabela comparativa entre a configuração de eletrodo XRTE com Eletrodo Similar, onde pode ser observado a variação superior com relação aos valores de peso, diâmetro e trações do condutor para a configuração XRTE.

| Características Cabo Condutor             | Eletrodo Similar          | Eletrodo XRTE             | Comparação                                   |
|---|---------------------------|---------------------------|--|
| Tipo                                      | CA (Condutor de Alumínio) | CA (Condutor de Alumínio) | -  |
| Bitola                                    | 2.282,8 kCM               | 1.192,0 kCM               | <b>4,4% superior</b><br>(2.282,8 vs 2x1,192) |
| Formação                                  | 91 fios                   | 61 fios                   | -  |
| Diâmetro                                  | 44,25 mm                  | 31,96 mm                  | <b>44,5% superior</b><br>(44,25 vs 2x31,96)  |
| Condutores por circuito                   | 1                         | 2                         | 2 vs 1                                       |
| Peso Linear                               | 3,212 kgf/m               | 1,666 kgf/m               | <b>3,7% superior</b><br>(3,212 vs 2x1,666)   |
| Tração EDS (Condição de maior ocorrência) | 3.117 kgf                 | 1.721 kgf                 | <b>10,4% superior</b><br>(3.117 vs 2x1.721)  |
| Tração com Vento                          | 4.423 kgf                 | 2.955 kgf                 | <b>33,6% superior</b><br>(4.423 vs 2x2.955)  |

Para a aplicação demanda no Sistema de Transmissão Xingu Rio, baseado nas características dos condutores necessários ao projeto, adicionados das peculiaridades da região atravessada, da topologia de terreno e das característica típica da vegetação (que exigem estruturas de elevado porte), demandam que as estruturas possuam maior resistência mecânicas para suportar as cargas mais elevadas. Adicionalmente, as estruturas com maior altura objetivando a ampliação dos vãos e elevação da distância de segurança a vegetação fazem da solução de estruturas com torres treliçadas a alternativa de melhor viabilidade técnica para esta Linha de Eletrodo.

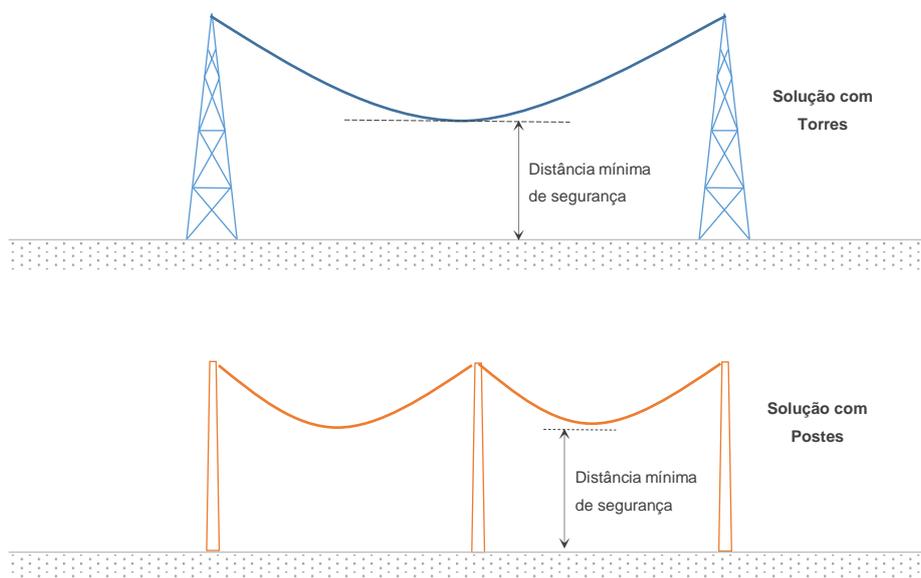
A solução com postes possui limitações tanto quanto aos aspectos mecânicos quanto de solução de alteamento e poderão afetar a operação e comprometer a disponibilidade do sistema ao longo do período de concessão de 30 anos, especialmente considerando a aplicação em condições severas (altura e peso).

## Vão entre Estruturas

Os postes apresentam restrições quanto aos limites de carregamentos mecânicos, assim acabam por restringir os vãos da Linha, quando comparado à solução em torres treliçadas. Estas permitem a aplicação de vãos maiores e, como resultado direto, tem-se a redução da quantidade total de estruturas.

A figura a seguir ilustra de forma esquemática o efeito da redução dos vãos com a solução em postes quando comparado à solução em torres. Uma maior quantidade de estruturas torna-se necessária.

De um modo geral, a quantidade de postes tende a ser no mínimo o dobro do que a de estruturas treliçadas.



*Figura 2: Comparação esquemática da solução com torres (azul) e poste (laranja).*

Associado ao menor número de estruturas no traçado da linha, há a redução das interferências, praças de torres, fundações, além do impacto logístico e nas atividades construtivas.

Para o transporte de postes, faz necessário o uso de carretas com porte suficiente para acomodá-los na horizontal, ou seja, deve-se preparar acessos em campo para que carretas com dezenas de metros possam manobrar. O uso de estruturas metálicas treliçadas permite o transporte em caminhões de menor porte pois as cantoneiras são transportadas em volumes menores. Em regiões com dificuldade de acesso, estruturas metálicas podem, inclusive, ser transportadas praticamente “peça por peça”, sem a necessidade de transportes de grande porte e, conseqüentemente, com menos volume de escavação e menos corte de vegetação.



A área de abertura das praças para montagem das estruturas, quando se leva em consideração suas alturas são praticamente iguais, visto que para alcançar as alturas máximas utilizadas nas torres treliçadas, os postes devem ser metálicos e com diâmetro da base comparável à abertura das pernas das torres treliçadas. Somado ao fato de que a quantidade de postes ao longo da linha será maior que a de estruturas metálicas, a área total a ser utilizada para montagem das estruturas tende a ser maior com o uso de postes.

A montagem de postes metálicos de grande porte também tende a ser um problema, pois exige guindastes de grande porte (e conseqüentemente a preparação de acessos para entrada dos mesmos) que podem ser dispensados na montagem de estruturas treliçadas de mesma altura, utilizando técnicas específicas para tal.

Outro ponto importante a ser considerado é o volume de concreto utilizado nas fundações das estruturas. Mesmo tendo todo o carregamento aplicado num único ponto, a fundação do poste exige menos volume de concreto do que uma torre treliçada equivalente, com quatro fundações. Por outro lado, ao utilizar uma quantidade maior de postes, o volume total de concreto utilizado na linha tende a ser menor com estruturas metálicas treliçadas. Em termos numéricos, o volume de concreto num poste de 51 metros é estimado em 4,75 m<sup>3</sup>. Já numa torre treliçada, essa estimativa é de 3,77 m<sup>3</sup> por pé, totalizando 15,08 m<sup>3</sup>.

Assim, também por este critério de análise, a solução de implantação com torres treliçadas nesta região é a alternativa de melhor viabilidade técnica e a que apresenta as maiores vantagens locais se comparada à solução com postes.

#### Altura das Estruturas

Além dos parâmetros de ampliação máxima de vão, a adoção de torres treliçadas com altura máxima de 51 m vis-à-vis uso de postes, permite uma otimização locacional do projeto com vistas a redução máxima do montante de supressão de indivíduos arbóreos que possam comprometer a operação segura do empreendimento.

Destaca-se que o projeto da XINGU-RIO transmissora de energia adotou em seu projeto estruturas de até 51m, **com altura mediana de 40m**, claramente demonstrando um alteamento no projeto.

Ressalta-se que a torre mais utilizada foi a de altura 51m, tendo sido empregada em 35% da LT.

Outros empreendimentos similares no Brasil usam soluções de postes com altura máxima de até 45m.



Dessa forma, para atendimento simultâneo às alturas especiais de estrutura bem como ao carregamento mecânico, associados à configuração especial de cabos condutores, tem-se que o uso de torres é a alternativa técnica mais recomendada e otimizada para a Linha de Eletrodo Xingu XRTE.

Destaca-se por fim que a altura máxima empregada faz destas estruturas, as mais elevadas já aplicadas no país para Linhas de Eletrodo.