

GRUPO - GLT

GRUPO DE ESTUDO DE LINHA DE TRANSMISSÃO - GLT

IMPLANTAÇÃO DA LINHA DE TRANSMISSÃO SUBTERRÂNEA 230KV CIRCUITO DUPLO DA COPEL

Marcio Tonetti (*)
COPEL G&T

Ilmar da Silva Moreira
COPEL G&T

João Nelson Hoffmann
COPEL G&T

RESUMO

Este artigo apresenta o case do projeto de uma Linha de transmissão subterrânea (LTS) 230kV circuito duplo, com 8km de extensão onde foi comparada, técnica e economicamente com a mesma LT aérea equivalente. Através desta comparação evidencia-se o ganho propiciado pela tecnologia de cabos isolados seja pela vantagem dos aspectos ambientais e visuais, ou pela velocidade de execução e implantação ou ainda pela otimização da rota de implantação. As instalações do sistema elétrico de potência que estão prestes a não atender aos critérios de transmissão de energia estabelecidos pelo planejamento, devem ser adequadas à nova demanda através de alternativas técnicas e economicamente viáveis. Entre as alternativas possíveis estão a recapacitação de instalações existentes ou a proposição de instalação de novos circuitos, subestações e linhas de transmissão. Particularmente as linhas de transmissão, novos circuitos inferem a necessidade de diferentes rotas ao traçado possibilitando a melhor escolha, em função do balanço técnico-econômico, entre as possíveis formas construtivas: LT aérea com postes de concreto, LT aérea com estruturas metálicas e LT subterrânea com cabos isolados.

PALAVRAS-CHAVE

Linha de transmissão subterrânea, cabos condutores isolados, estruturas metálicas, aspectos ambientais.

1.0 - INTRODUÇÃO

A grande maioria das obras com origem nos leilões de transmissão da Aneel é de linhas de transmissão aéreas havendo, neste sentido, reduzidos projetos e construção de linhas de transmissão subterrâneas. Entre estes casos já leiloados pela Aneel de empreendimentos de linhas de transmissão (LTS) subterrânea está a LT Curitiba Centro - Uberaba em 230kV circuito duplo (LTS 230kV CTC-UBR), arrematada pela Copel Geração e Transmissão no leilão da Aneel nº05/2015 em novembro de 2015, da qual os detalhes de implantação serão apresentados neste artigo (1). Sua rota de implantação (Figura 1) em grande parte substitui a linha de transmissão aérea em 69kV Capanema-Uberaba (LT 69kV CPM-UBR) em circuito duplo.

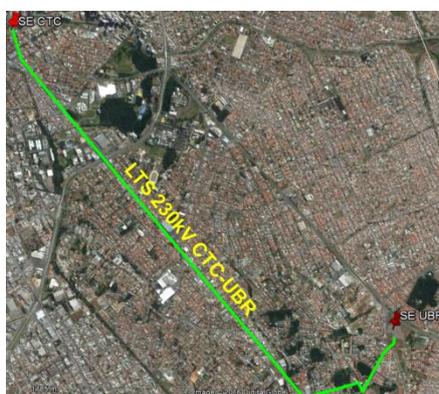


FIGURA 1 – Rota de implantação da LTS 230kV CTC-UBR.

A respeito da LT 69kV CPM-UBR trata-se de uma antiga instalação a qual certamente contribuiu positivamente para a formação do desenvolvimento da região. Porém a mesma há algum tempo é alvo de críticas da população local em função da poluição visual causada (Figura 2). A implantação da LTS 230kV CTC-UBR apesar de contribuir para solucionar e/ou reduzir esta situação causa, curiosamente, a opinião de que a LT 69kV CPM-UBR a ser retirada é patrimônio do povo curitibano. O pseudônimo “Avenida da Torres” dado à Avenida Comendador Franco onde estas estruturas se encontram também será suprimido com a implantação da LTS, sendo alvo de brincadeiras a respeito como “Avenida sem as torres”, etc.



FIGURA 2 – Poluição visual causada pela LT 69kV CPM-UBR.

2.0 - CARACTERÍSTICAS DA LTS

A presente LTS 230kV CTC-UBR é composta por dois circuitos onde um deles é considerado ativo e o outro *backup* em casos de manutenção e/ou situações emergenciais. A linha será implantada através de banco de dutos (vala) preenchidos com bentonita e recobertos com *backfill* (Figura 3a) e através de método-não-destrutivo (MND) (perfuração direcionada) para os locais que não comportem a instalação do referido banco de dutos (Figura 3b). A seção típica para o trecho em que a LTS será implantada em vala propiciará a disposição vertical de ambos circuitos. Um agravante à execução das valas é que no caso na Avenida Comendador Franco não se pode ter intervenções no asfalto (danos/cortes) pelos próximos 10 anos.

O uso de dutos corrugados está prevista para que as valas possam ser executadas e fechadas rapidamente, sem que para isto tenha-se o cabo já instalado. Antes da recomposição da pavimentação ou do terreno original, será realizada a inspeção dos dutos através da passagem de mandril (2).

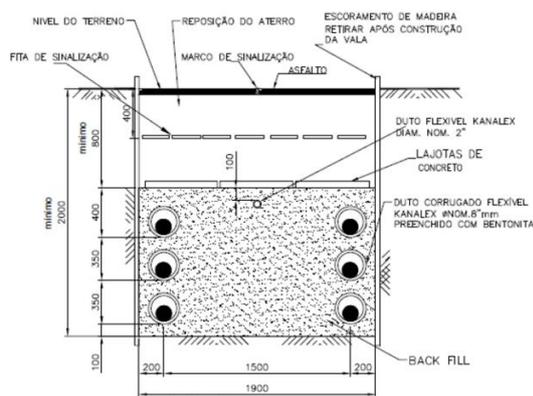


FIGURA 3a – Seção típica da LTS 230kV CTC-UBR.

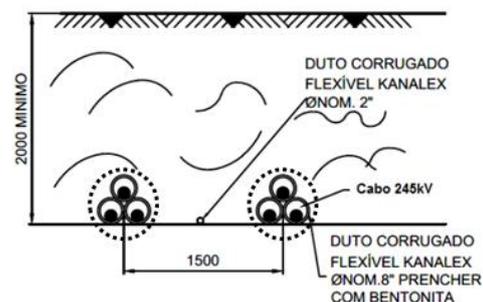


FIGURA 3b – MND para a LTS 230kV CTC-UBR.

A concepção de dois circuitos em paralelo compartilhando a mesma vala foi de difícil definição, necessitando buscar juntamente com a equipe de manutenção, soluções já adotadas em outras empresas a fim de minimizar os problemas de segurança e os impactos no método de manutenção corretiva, em função da distância a ser considerada entre os circuitos e os limites da vala.

Ao longo de toda a LTS serão instalados dutos destinados ao lançamento do cabo óptico com o objetivo de prover comunicação e controle entre as duas subestações. Serão instaladas caixas de armazenamento de cabo óptico ao

longo da LTS. A capacidade de corrente de longa duração e curta duração, especificadas no Edital de leilão Nº 0052015 – LOTE E, são respectivamente 910A e 1205A (2). Para atender estes requisitos técnicos foi dimensionado a aplicação do cabo XLPE com ampacidade equivalente, classe de tensão 245 kV e seção transversal 1200mm² alumínio. O monitoramento de temperatura dos cabos será feito por meio de fibras ópticas instaladas no próprio cabo, formando o chamado sistema DTS (*Distributed Temperature Sensing*).

O sistema de aterramento a ser utilizado é o tradicional *cross-bonding* (Figura 4) composto por quatorze caixas de desconexão em que em seis destas há a previsão da instalação de descarregadores de 10kV. A interligação entre as caixas de desconexão e os cabos condutores ou terminais das subestações será feita através de cabo isolado 240mm² (2).

Ao longo do traçado previsto de aproximadamente 8km, serão construídas 8 caixas de emenda, consideradas aqui como buracos de emenda devido ao seu formato construtivo não prever paredes de alvenaria e/ou suportes para fixação do cabo, exceto os momentâneos para a execução dos trabalhos envolvidos. Após a realização da passagem dos cabos e da execução das emendas e aterramento, os buracos de emenda serão preenchidos com *backfill* e areia, sendo finalizado com solo da região (2).

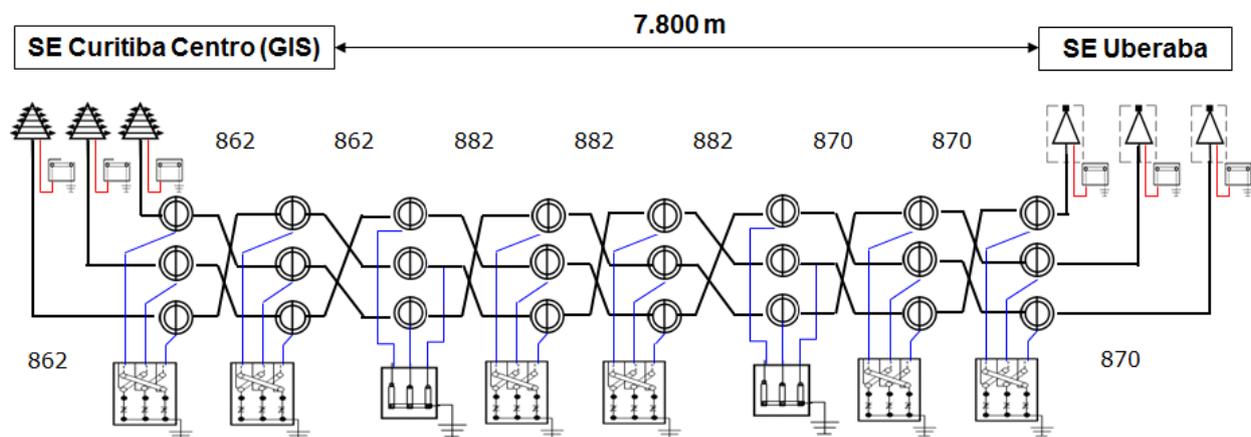


FIGURA 4 – Sistema de aterramento *cross-bonding* da LTS 230kV CTC-UBR.

3.0 - OBRAS DE IMPLANTAÇÃO DA LTS

Na escolha da rota de uma LTS, foi realizado paralelamente o levantamento das interferências (Figuras 5 e 6). Quanto mais precisa for a campanha para localizar estas interferências, caracterizando-as segundo seu tipo, o material aplicado, sua profundidade, bem como possíveis fontes de problemas futuros, maior será a otimização das obras civis e de instalação (3).

Os principais obstáculos estruturais encontrados são compostos por viadutos, trincheiras e cruzamentos com rodovia. Este último exclusivamente será tratado a partir da execução da passagem dos dutos sob estas pelo uso do método MND.



FIGURA 5a – Interferência: trincheira e rio canalizado.



FIGURA 5b – Interferência: viaduto e tubulações.

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

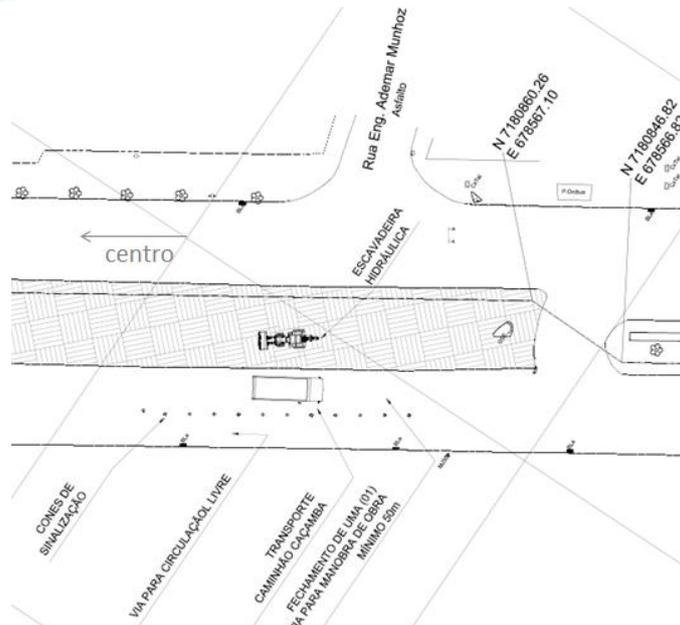


FIGURA 8 – Frentes de trabalho para implantação da LTS 230kV CTC-UBR.

Especificamente para a implantação da LTS 230kV CTC-UBR, as atividades referenciadas não se limitam apenas à concessionária local. Todos os órgãos competentes, responsáveis pela gestão do meio urbano da cidade de Curitiba/PR solicitaram diversas explicações e apresentações a respeito, pois trata-se de um sistema de características totalmente diferentes daquelas aplicadas à LT aérea convencional.

Desta forma, o processo de licenciamento ambiental solicitou de antemão a apresentação ao órgão competente do município além do estudo de trânsito, o documento chamado plano de ataque (Figura 9) cuja confecção foi de extremo trabalho, uma vez que o projeto executivo na época não havia sido ainda concebido.

Através do plano de ataque foi possível a análise antecipada de algumas interferências, principalmente aquelas que envolvem a movimentação de materiais e equipamentos, uma vez que o detalhamento demonstrou, por exemplo, a relação de equipamentos, quantidade de materiais e pessoas envolvidas para determinada atividade componente à implantação da LTS (2).

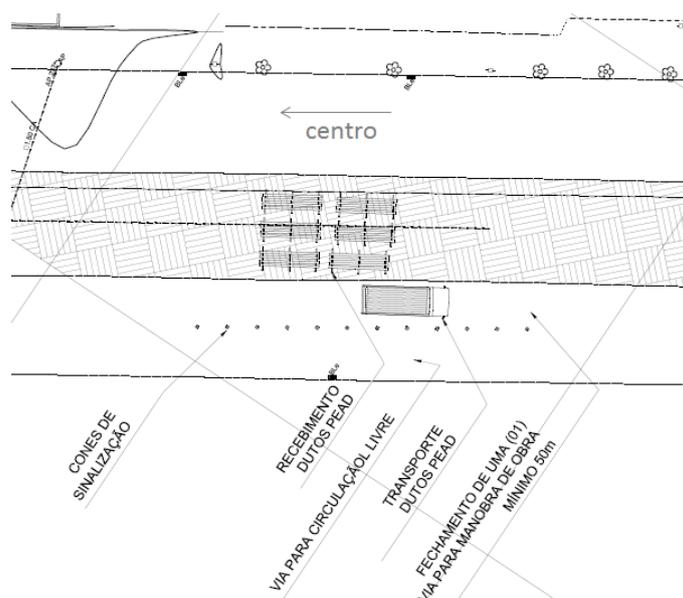


FIGURA 9 – Frentes de trabalho para implantação da LTS 230kV CTC-UBR.

Também concluiu-se que os impactos ambientais para a implantação da referida LTS 230kV CTC-UBR, pelo fato de ser caracterizada como subterrânea, neste caso são reduzidos. Pelo conhecimento de outros empreendimentos na região, isto não aconteceria caso a concepção desta LT seguisse os padrões de uma linha de transmissão aérea convencional.

O estudo de trânsito foi responsável pelas respostas ao impacto que será causado ao fluxo de veículos na região de implantação da LTS 230kV CTC-UBR. O maior impacto identificado está localizado na Avenida Comendador Franco, uma vez que esta é utilizada como corredor direto de deslocamento com grande fluxo de veículos interligando o Aeroporto Internacional de Curitiba (Afonso Pena) ao centro da capital paranaense (Figura 10). As atividades nesta região deverão ser muito bem organizadas e planejadas para que não ocorram grandes impactos e atrasos ao empreendimento (2).



FIGURA 10 – Frentes de trabalho para implantação da LTS 230kV CTC-UBR.

4.0 - COMPARATIVO DA LTS À LT AÉREA CONVENCIONAL

A tomada de decisão entre estes modelos, do ponto de vista técnico, baseia-se nos aspectos de planejamento do sistema e na sua operação, considerando as diferenças substanciais das características técnicas de cada sistema. Não menos importante, os aspectos ambientais e estéticos também são fatores primordiais para esta análise.

Quanto maior o nível de tensão do circuito maior é o custo por km ou por MVA do cabo subterrâneo comparado com uma LT aérea equivalente, sendo que a relação de custo de investimento entre cabos subterrâneos e linhas aéreas são da ordem de 8 a 16 vezes para a faixa de tensão entre 220kV à 362kV (3).

Para o presente caso, comparando-se a LTS 230kV CTC-UBR à uma LT aérea convencional de circuito duplo (Figura 11), com características técnicas semelhantes, o custo do empreendimento está em torno de 9 para 1, ou seja, o custo inicial envolvido para a implantação da LTS está em torno de 9 vezes ao custo de implantação de uma LT aérea convencional equivalente.

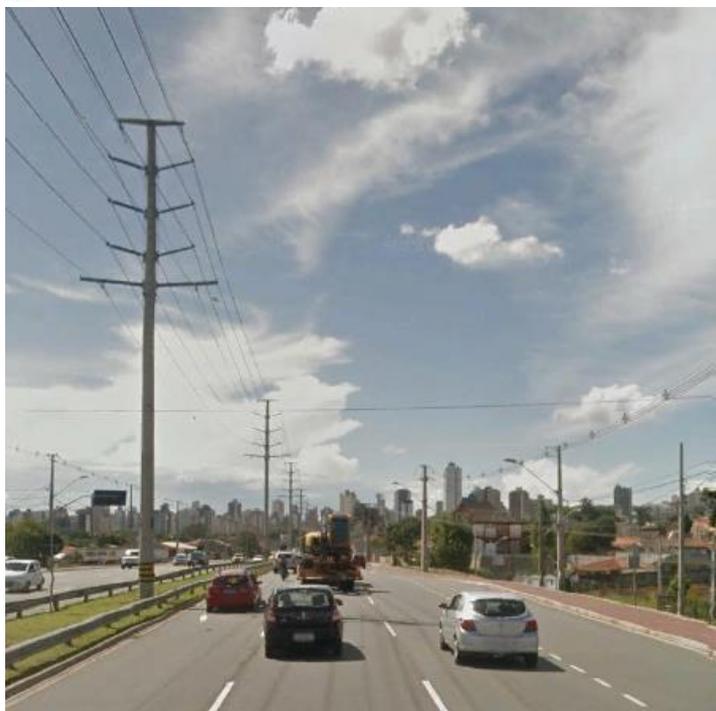


FIGURA 11 – Frentes de trabalho para implantação da LTS 230kV CTC-UBR.

Apesar de as linhas aéreas e os cabos subterrâneos serem completamente diferentes, devem possuírem vida útil similares em função do tempo de concessão prescrito pela Aneel que em média igual a 30 anos. Os custos de manutenção preventiva para cabos subterrâneos geralmente são menores do que os de linhas aéreas em função da redução acentuada na taxa de falhas atrelada às linhas subterrâneas.

As relações de custos podem ser refinadas considerando todos os custos envolvidos incluindo os operacionais. Estas relações podem variar significativamente devido aos diferentes requisitos de rota, planejamento, requisitos legais e compensações ambientais para cada projeto. Quando se inclui os custos das perdas nestas relações elas sofrem uma ligeira redução, uma vez que sempre se deve atender aos requisitos dos editais da Aneel quanto às perdas máximas das linhas de transmissão (3).

Particularmente, os custos de manutenção corretiva para uma LTS tende a ser maior quando comparado ao custo de uma LT aérea convencional, uma vez que a atuação nos circuitos é mais demorada em função do acesso aos cabos. O ferramental e pessoal também devem ser especializados e preparados para a ação. Por se tratar de ambiente urbano, isto acaba também impactando no custo de manutenção. Mesmo que em uma LT aérea exista regiões onde o acesso é dificultoso, comparativamente em uma LTS sua extensão normalmente dá-se em ambiente urbano o que acaba dificultando as ações e necessitando de licenças, sinalização, coordenação de trânsito e outros para a intervenção.

Para a presente LTS 230kV CTC-UBR, após sua instalação, prevê-se trabalhar como complemento à manutenção preventiva a aplicação da manutenção visual copartilhada a fim de evitar problemas principalmente com interferências futuras.



5.0 - CONCLUSÃO

Através da implantação da linha de transmissão subterrânea foram demonstradas algumas das vantagens técnicas deste modelo de LT comparado à mesma Linha de transmissão aérea equivalente.

Foram detalhados os critérios de tomada de decisão e dificuldades para a implantação da linha de transmissão subterrânea, baseados no plano de ataque elaborado antes do projeto executivo.

Conforme a breve comparação financeira elaborada entre a implantação da linha de transmissão subterrânea e a mesma Linha de transmissão aérea equivalente no padrão urbano e rural, percebe-se que o empreendimento em questão está dentro do esperado.

Com a LTS até o momento, houve redução do impacto da Linha de transmissão ao meio ambiente, propiciando mais uma opção nesta busca por resolver este impasse entre o desenvolvimento e a conservação ambiental, amenizando inconvenientes sociais.

A copel espera que, através deste compartilhamento da breve experiência da Copel vivida na implantação inicial deste empreendimento, contribua de alguma forma com o setor para o desenvolvimento de novas implantações deste tipo de tecnologia de linha de transmissão.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) ANEEL. Edital do leilão nº 05/2015-ANEEL. Licitação para a Concessão de Serviço Público de Transmissão de Energia Elétrica, incluindo a Construção, Operação e Manutenção das Instalações de Transmissão do Sistema Interligado Nacional. Brasília, outubro de 2015;

(2) COPEL GET; PRYSMIAN GROUP. Projeto Básico LTs: Memorial Descritivo. Julho de 2016;

(3) Lopes, Julio César Ramos. Noções Básicas de Planejamento de Sistema e Estudos de Viabilidade de Linhas de Transmissão Subterrâneas. São Paulo. Abril de 2010.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Márcio Tonetti, Curitiba, Paraná, Técnico em Eletrotécnica em 1994, pelo CEFET-PR. Graduou-se em 2007 em Engenharia Industrial Elétrica, na UTFPR. Especialização em Gerência da Manutenção em 2008, pela UTFPR. Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia em 2017, nos Institutos Lactec. Doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais desde 2017, pela UFPR.

Experiência: Engenheiro eletricista (projetos de LT) da COPEL desde 2010.

Artigos e trabalhos publicados: 04.

Apresentação de trabalho, elaboração de trabalhos técnicos, e outras publicações: 03.

Orientações acadêmicas: 07.



João Nelson Hoffmann, Curitiba, Paraná. Graduou-se em 1981 em Engenharia Industrial Elétrica, na UFPR. Mestrado em Matemática Aplicada em 1992, pela UNICAMP. Gerente da Divisão de Projetos de Linhas de Transmissão da COPEL.



Ilmar da Silva Moreira. Graduou-se em 1987 em Engenharia Industrial Elétrica, na UFPR. Especialização em Administração de Empresas em 1993, pela FAE. Especialização em Materiais para Equipamentos em 1995, pela UFPR. Especialização em Gestão Técnica de Concessionárias de Energia em 1997, pela UFPR. Gerente do Departamento de Projetos e Construção de Linhas de Transmissão da COPEL.