



GRUPO DE ESTUDO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO - GLT

LINHA DE TRANSMISSÃO SUBTERRÂNEA 345KV PIRATININGA 2 - BANDEIRANTES - IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO.

**DANIEL MAIA DE ALMEIDA(1);EDUARDO BARBOSA MELLO PAIVA
ISA CTEEP(1)**

RESUMO

A expansão da Rede Básica do Sistema Elétrico Nacional nas regiões metropolitanas tem sido um grande desafio, especialmente na grande São Paulo. Com o intuito de aumentar a confiabilidade de atendimento as demandas da subestação Bandeirantes, a qual atende a Zona Sul e Zona Central da cidade de São Paulo, foi previsto no lote F do leilão ANEEL 13/2015 a implantação da linha de transmissão subterrânea Piratininga 2 – Bandeirantes. Este trabalho tem como objetivo apresentar as tecnologias aplicadas para a implantação, a integração da operação e as metodologias de manutenção adotadas.

PALAVRAS-CHAVE

Subterrânea, túnel, XLPE, confiabilidade

1.0 INTRODUÇÃO

A alta densidade demográfica, as limitações na emissão de campo elétrico e magnético, a falta de terrenos disponíveis para implantação de novos corredores e o grande número de instalações já existentes indica a necessidade da instalação de linhas de transmissão subterrâneas em detrimento as linhas de transmissão aéreas.

Os maiores desafios encontrados durante a implantação, foram as travessias sob o Rio Pinheiros e sob o Canal Guarapiranga.

Está em operação desde abril de 2020 e até o momento não apresentou nenhuma falha.

Foi adquirida pela ISA CTEEP em dezembro de 2020, pois a transação reforça a estratégia de crescimento com geração de valor sustentável com o compromisso de criação de valor com investimentos em projetos que contribuem para a expansão do sistema de transmissão de energia elétrica do Brasil.

A seguir serão apresentadas as tecnologias aplicadas para a implantação, a integração da operação e as metodologias de manutenção adotadas.

2.0 PROJETO E IMPLANTAÇÃO

Teve como concepção a instalação de circuito duplo com 15 quilômetros de extensão, percorrendo quase que em sua totalidade a margem esquerda do Rio Pinheiros, conforme figura 1, em banco de dutos enterrados envoltos de backfill de pó de pedra, conforme figura 2.

Foi utilizado cabos com condutor de alumínio de seção 2000mm², isolamento a base de XLPE e blindagem metálica a fios de cobre, os quais garantem a potência nominal de transmissão de 800 MVA em regime de longa duração e 850MVA em curta duração, conforme figura 3.

Cabe ressaltar que se trata da primeira linha de transmissão subterrânea utilizando cabos com isolamento a base de XLPE operando na tensão de 345kV no Brasil, uma vez que as existentes nessa classe de tensão utilizavam cabos tipo OF (Oil Filled).

O maior desafio encontrado para sua implantação foi a travessia sob o Rio Pinheiros, realizada através da construção de um túnel com comprimento de 250 metros. Dentro da Subestação Bandeirantes está localizado o primeiro poço de acesso com profundidade 35 metros. O segundo poço de acesso está localizado na margem esquerda do Rio Pinheiros, com profundidade de 16 metros. Na figura 4 é apresentada a localização do túnel.

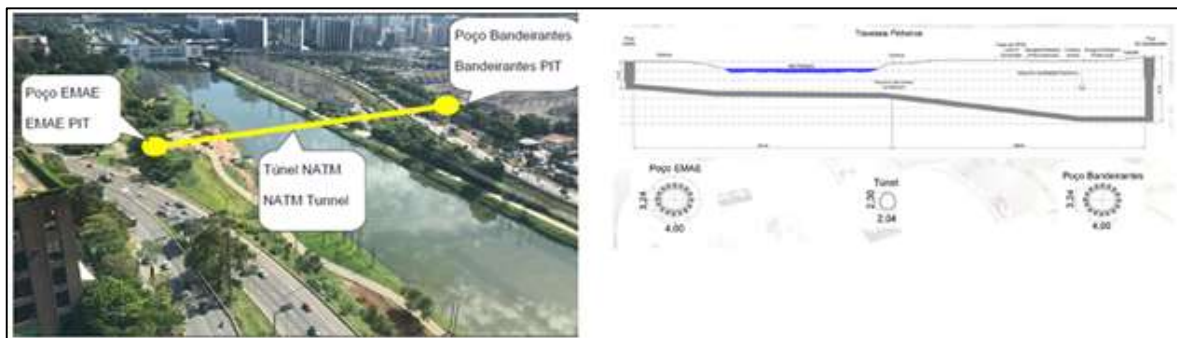


Figura 4: Localização do túnel.

No interior do túnel os cabos estão ao ar livre, arranjados no plano vertical em senoide, fixados através de abraçadeiras que foram instaladas em suportes metálicos fixados nas paredes. O túnel apresenta dimensões de 2,04m de largura por 2,30m de altura.



Figura 5: Interior do túnel.

Outro desafio foi a travessia do Canal Guarapiranga, onde foi utilizada a metodologia de furo direcional, com extensão de 137 metros, chegando à profundidade de 15 metros, conforme figura 6.

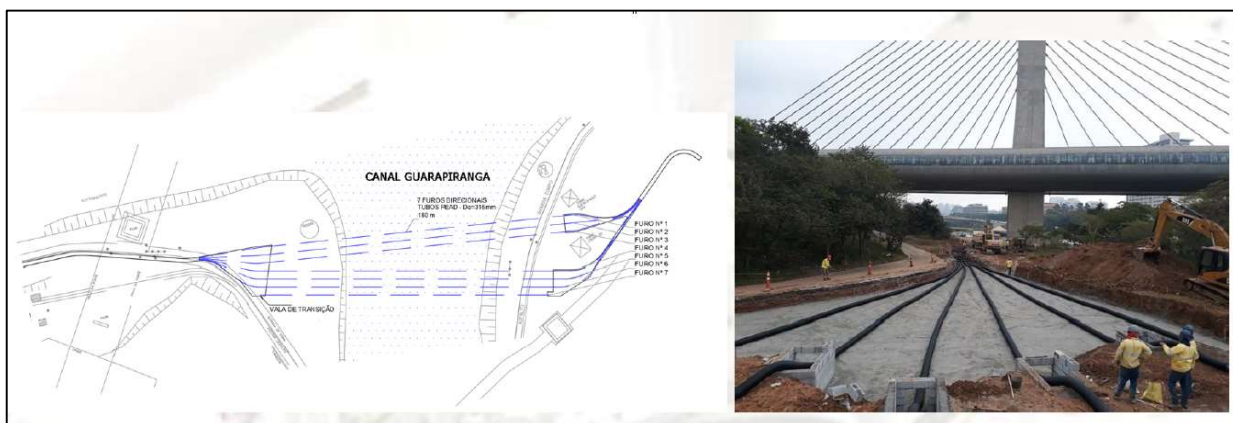


Figura 6: Travessia Canal Guarapiranga

Conforme exigência do procedimento de rede foi implantado o sistema de monitoramento térmico DTS, o qual utiliza uma fibra óptica existente na blindagem metálica dos cabos para monitorar a temperatura de operação em tempo real, de modo que possibilite o controle da carga ou até mesmo uma sobre carga necessária durante um período programado, sem que a isolamento do cabo seja danificada.

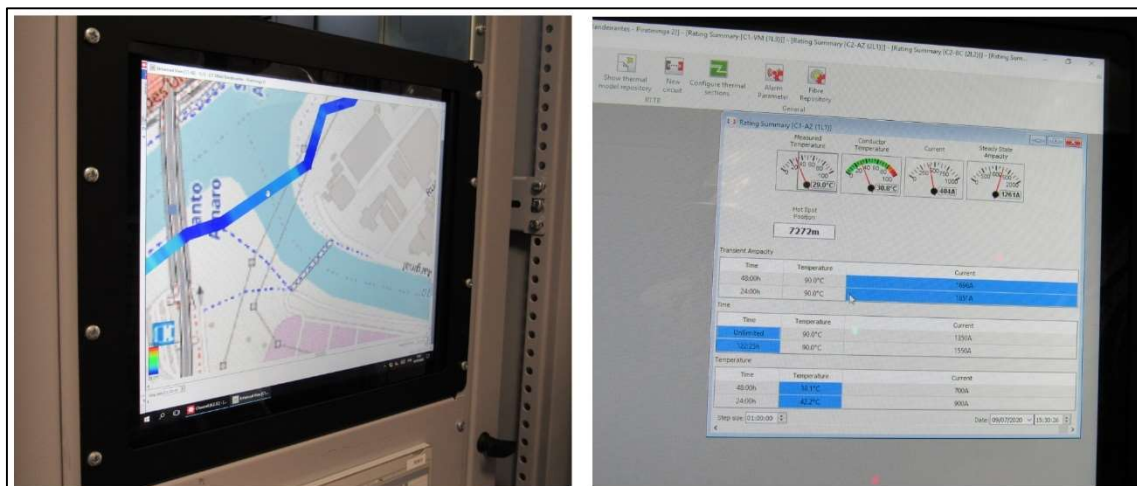


Figura 7: Sistema de monitoramento térmico DTS.

Outra vantagem do monitoramento térmico seria que, em caso de falha elétrica, existe a possibilidade de gerar um ponto de grande aquecimento, o qual poderia indicar a localização dessa falta.

3.0 INTEGRAÇÃO DA OPERAÇÃO

Desde que foi energizada em abril de 2020, a LT Piratininga 2 – Bandeirantes contribuiu para aumentar a confiabilidade do sistema de transmissão, tornando a Subestação Piratininga 2 a segunda fonte de alimentação da Subestação Bandeirantes, a qual atende a Zona Sul e Zona Central da cidade de São Paulo, que até então era alimentada apenas pela Subestação Xavantes.

A partir de julho de 2021, a ISA CTEEP assumiu integralmente as atividades de operação e manutenção de todos os ativos oriundos da PBTE, conforme infográfico de todos os marcos do processo de aquisição e integração mostrado na figura 8.



Figura 8: Infográfico.

Para que os ativos fossem integrados ao Centro de Operação de Transmissão (COT), localizado na Subestação Bom Jardim, no município de Jundiaí, foi necessária a aquisição de equipamentos e sistemas, uma vez que a concepção de comunicação era diferente da utilizada pela ISA CTEEP.

A manutenção ficou sob a responsabilidade da Regional São Paulo, onde está localizada a equipe de manutenção de linhas subterrâneas.

4.0 METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO

Tendo em vista que a ISA CTEEP possuía até o momento apenas linhas de transmissão subterrâneas que utilizavam cabos tipo "Oil Filled", havia a necessidade de elaborar o plano de manutenção preventiva voltado a linhas de transmissão que utilizam cabo XLPE, de modo a garantir a confiabilidade do sistema.

Diariamente é realizada a inspeção de itinerário que tem como finalidade mitigar os riscos relacionados a ação de terceiros, como a execução de escavações e obras sobre a linha de transmissão subterrânea, vandalismo nas caixas de aterramento e no acesso ao túnel, além de verificar se existe alguma movimentação de solo.

Anualmente é realizada a inspeção do sistema de aterramento, contemplando a medição para verificar a existência de correntes circulantes nas blindagens metálicas dos cabos, a existência de aquecimento nos barramentos do link box e a integridade geral das caixas e cabos de aterramento.

De modo a monitorar a integridade da isolação dos cabos, está sendo implantada a prática de medições de Descargas Parciais.

As Descargas Parciais são o resultado do aumento do campo elétrico dentro do isolamento, ou em sua superfície ou pela diminuição das suas propriedades dielétricas.

São fenômenos acompanhados de emissão de luz, som e calor (por vezes reações químicas), ocorrendo em intervalos de tempo muito curtos.

Diversos são os defeitos capazes de produzir descargas parciais, como descolamentos em camadas semicondutoras, resíduos sólidos em emendas, terminações e emendas confeccionadas com dimensões inadequadas ou mesmo arborescências elétricas, muitas vezes causadas por ingresso de umidade.

Os parâmetros usualmente utilizados para caracterizar as descargas são: intensidade, localização, tensão de ignição, tensão de extinção, taxa de repetição e resolução em fase (gráfico de intensidade versus fase da tensão). Tais parâmetros são dependentes do tipo de defeito que origina as descargas, os materiais envolvidos e as condições de operação, como tensão, umidade, temperatura, entre outras.

Descargas parciais internas, ocorrem, em geral, pela substituição de material isolante por vazios (como ar) ou pelo crescimento de arborescências elétricas no isolamento, conforme mostrado na figura 9.

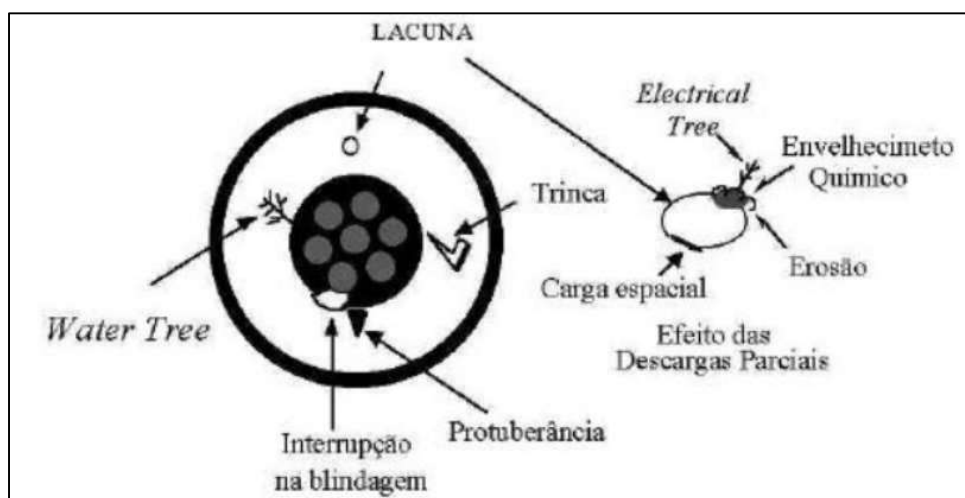


Figura 9: Causas de descargas parciais internas ao isolante.

Descargas parciais superficiais são produzidas externamente aos cabos, quando objetos estranhos são aproximados ao sistema energizado, gerando fuga de corrente e/ou aquecimento. Nesses casos, as descargas podem ser do tipo corona e centelhas muitas vezes visíveis, conforme circuito elétrico equivalente e representação típica de efeito corona mostrados na figura 10.

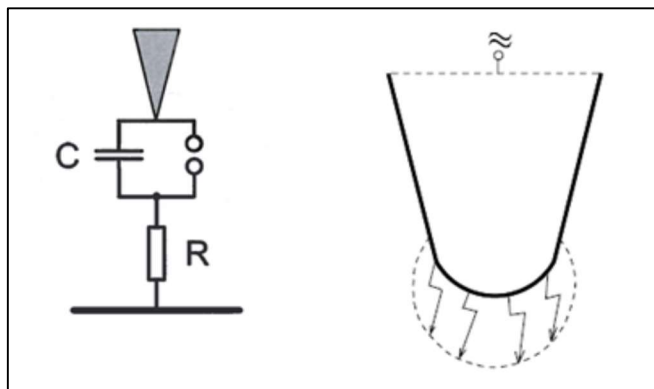


Figura 10: Circuito elétrico equivalente e representação típica de efeito corona.

O efeito das descargas parciais, em cabos isolados, é muito dependente do tipo de defeito que o origina. Pode ser devastador, levando o isolamento do cabo a colapso em minutos, ou pode ser pouco relevante, produzindo apenas um aquecimento pouco relevante.

Anualmente, em sinergia com a inspeção do sistema de aterramento, está sendo adotado o sistema de ensaios online, que apresentam vantagens na avaliação de ativos com baixa disponibilidade, onde desligamentos para manutenção devem ser evitados.

Os sistemas de medição atuais são baseados em sensores formados por bobinas de Rogowski, que identificam correntes de alta frequência percorrendo as blindagens metálicas dos cabos.

Algoritmos cada vez mais avançados são utilizados e necessários para diferenciar os ruídos no sistema de medição dos sinais de descargas parciais, conforme figura 11.

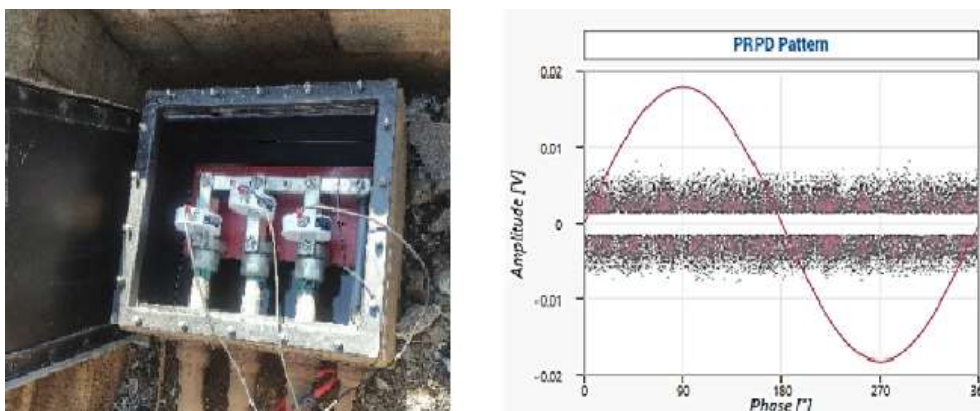


Figura 11: Medição de Descargas Parciais na LT Piratininga 2 – Bandeirantes.

Até o momento, não foram detectadas descargas parciais na LT Piratininga 2 – Bandeirantes, fato que demonstra que os ativos foram fabricados, projetados e instalados de forma adequada.

5.0 CONCLUSÃO

A implantação da Linha de Transmissão Subterrânea Piratininga 2 – Bandeirantes possibilitou um grande aumento da confiabilidade no sistema de Transmissão da cidade de São Paulo.

Os maiores desafios encontrados durante a fase de projeto e construção foram as travessias do Rio Pinheiros e do Canal Guarapiranga, através da construção de túnel NATM e furo direcional respectivamente.

O Sistema de Monitoramento Térmico possibilita que o Centro de Operação tenha um melhor controle da carga, podendo até assumir, em caso excepcional, uma sobrecarga por um período de curta duração, garantindo que a isolamento dos cabos não seja danificada.

Além das atividades do plano de manutenção já utilizado nas outras linhas subterrâneas da ISA CTEEP, foi implementada anualmente as medições de Descargas Parciais, atividade a qual está em fase de desenvolvimento e capacitação da equipe técnica.

DADOS BIOGRÁFICOS



Daniel Maia de Almeida, nascido em 17/12/1982, formado em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário FEI e MBA em Gestão de Negócios pela ESALQ/USP. Desde 2009 atuando na área de linhas de transmissão subterrâneas com foco em manutenção, projetos de pesquisa e desenvolvimento, dimensionamento e aplicação de novas tecnologias.

(2) EDUARDO BARBOSA MELLO PAIVA

Eduardo PAIVA, Nascido em 13/06/1985 Formação Engenharia Elétrica - "UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais", Brasil – 2009 Pós Graduação em Gestão de Projetos - "FDC – Fundação Dom Cabral", Brasil – 2013 Pós Graduação em Automação de Sistemas Elétricos - "PUC/MG", Brasil – 2018 Pós Graduação em Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica - "PUC/MG", Brazil – Previsto para 2022 Mestrado em Engenharia Elétrica - "USP – Universidade de São Paulo", Brasil – Previsto para 2022 Experiência de Trabalho: 2009-2009: Con Energia Estagiário 2009-2009: CEMIG Estagiário 2010-2010: Construtora Norberto Odebrecht Engenheiro Trainee 2010-2015: PROGEN – Projetos, Gerenciamento e Engenharia Engenheiro de Projetos 2017 – to date: ISA CTEEP Engenheiro de Manutenção