



**XXIII SNPTTE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

FI/GMI/27
18 a 21 de Outubro de 2015
Foz do Iguaçu - PR

GRUPO – XII

GRUPO DE ESTUDO DE ASPECTOS TÉCNICOS E GERENCIAIS DE MANUTENÇÃO- GMI

EVOLUÇÃO DA GESTÃO DO USO DE ISOLADORES POLIMÉRICOS NA ELETROBRAS ELETRONORTE

**Torricelli da Silva Gomes(*)
ELETROBRAS ELETRONORTE**

**Ricardo da Cunha Bezerra
ELETROBRAS ELETRONORTE**

RESUMO

Devido à necessidade de investigar os desligamentos não programados em linhas de transmissão (LTs) que utilizam isoladores poliméricos e a através de pesquisa e análise das ocorrências envolvendo os isoladores, comprovamos que defeitos de fabricação e/ou instalação, complementado por uma deficiência nas técnicas de inspeções e manutenções adotadas na Eletrobras Eletronorte, foram os principais responsáveis pelas ocorrências.

A Eletrobras Eletronorte apresenta três momentos distintos de procedimentos, abordando especificação técnica de compra, determinação de parâmetros regionais de poluição, precauções de armazenamento, manuseio e transporte, critérios de instalação, planos de manutenção e treinamento de equipes, consolidando assim o uso de isoladores poliméricos.

PALAVRAS-CHAVE

Isoladores poliméricos, Linhas de transmissão, Falhas, Defeitos, Inspeções

1.0 - INTRODUÇÃO

Os isoladores em uma linha de transmissão são elementos que propiciam separação elétrica entre os condutores energizados e as torres, portanto é um componente importante no sistema de transmissão de energia elétrica e alguma avaria pode causar desligamentos na LT, onerosas penalidades proveniente dos órgãos reguladores, comprometimento dos índices de qualidade e confiabilidade da concessionária e elevação dos custos de manutenção.

O cenário atual do setor elétrico brasileiro, com o surgimento da parcela variável e índices de medição de qualidade e confiabilidade, cria a necessidade de que as concessionárias de energia elétrica invistam cada vez mais na predição e erradicação de falhas em suas linhas de transmissão.

A partir do final da década de 80, a Eletrobras Eletronorte começou a utilizar isoladores poliméricos em suas linhas de transmissão, caracterizando o primeiro período do uso de isoladores poliméricos e que veio acompanhado de um crescente número de desligamentos não programados em suas linhas de transmissão.

O segundo período veio a partir do ano 2009, onde foi caracterizado por um plano de manutenção planejada que possuía um guia de inspeção visual contendo todos os modos de falhas e degradação das diferentes tecnologias de isoladores poliméricos instalados, treinamento das equipes de manutenção, especificação técnica de compra, determinação de parâmetros regionais de poluição, armazenamento, manuseio, transporte adequado e critérios de instalação e que após a consolidação deste plano, foi iniciado o terceiro período da gestão de isoladores poliméricos na Eletrobras Eletronorte.

(*) Eletrobras Eletronorte – SCN Quadra 06 Conjunto A, Asa Norte, Bloco C, – sala 1112 – CEP 70.716-901
Brasília, DF – Brasil

Tel: (+55 61) 3429-8804 – Fax: (+55 61) 3429-8887 – Email: torricelli.gomes@eln.gov.br

2.0 - 1º PERÍODO DA GESTÃO DE USO DE ISOLADORES POLIMÉRICOS

As primeiras aquisições de isoladores poliméricos da Eletrobras Eletronorte eram do tipo Etileno-Propileno-Dieno (EPDM) e foram adquiridos e instalados no Maranhão em uma linha de transmissão que interligava as cidades de Peritoró – MA a Teresina – PI no ano de 1988, na classe de tensão de 230 kV. A referida LT sofria com um elevado grau de poluição industrial causada por uma fábrica de cimento.

Em 1989 foram instalados isoladores poliméricos em área de elevada poluição marinha, em 1991 foram instalados os primeiros isoladores na classe de tensão de 500 kV e em 2009 foi energizada a primeira linha de transmissão com 100% dos isoladores poliméricos.

2.1 Características do primeiro período

No primeiro período não havia diferenciação entre isoladores poliméricos e cerâmicos quanto à manutenção, pois ambos eram tratados de forma igualitária, tanto no manuseio quanto nas metodologias de instalação, substituição e manutenção.

Os isoladores eram adquiridos utilizando-se dos mesmos critérios e principalmente em relação ao custo unitário de aquisição.



FIGURA 1 – Isoladores poliméricos sem gestão

2.2 Ocorrências no primeiro período

Desde o início do uso de isoladores poliméricos até a presente data, a Eletrobras Eletronorte apresentou os seguintes desligamentos não programados e que tiveram isoladores poliméricos como origem das falhas:

- a. Linha de transmissão Presidente Dutra – São Luís 500 kV, circuito 02.
Data: Junho de 1996
Causa: Defeito na interface revestimento/bastão
- b. Subestação Ariquemes 230 kV.
Data: Janeiro de 2002
Causa: Isoladores submetidos a elevado gradiente de potencial e sem anel equalizador de potencial.
- c. Linha de transmissão Presidente Dutra – São Luís 500 kV, circuito 01;
Data: Outubro de 2007;
Causa: Fratura frágil.
- d. Subestação São Luís;
Data: Novembro de 2007;
Causa: Defeito na interface revestimento/bastão.

- e. Linha de transmissão Presidente Dutra – São Luís 500 kV, circuito 01;
Data: Janeiro de 2009;
Causa: Fratura frágil.



FIGURA 2 – Falhas em isoladores poliméricos da Eletrobras Eletronorte

3.0 - 2º PERÍODO DA GESTÃO DE USO DE ISOLADORES POLIMÉRICOS

A partir de 2009, diante do cenário de dúvidas e incertezas trazidas pelo crescente número de falhas em linhas de transmissão ocasionadas por defeitos em isoladores poliméricos, a Eletrobras Eletronorte decidiu realizar um fórum com diversos técnicos especialistas em linhas de transmissão tanto no âmbito interno como externo onde foram deliberadas ações emergenciais e de curto prazo:

- Retirar de serviço todos os isoladores poliméricos do mesmo lote dos equipamentos que apresentaram falhas;
- Treinar todos os profissionais envolvidos em manutenção de linhas de transmissão;
- Estabelecer novos procedimentos de compra e recebimento de isoladores poliméricos;
- Estabelecer novas tecnologias e procedimentos de inspeção em isoladores poliméricos.

3.1 Procedimentos de gestão de uso de isoladores poliméricos

Após a aplicação de ações emergenciais quanto ao uso de isoladores poliméricos, a Eletrobras Eletronorte estruturou um programa de manutenção preditiva para isoladores poliméricos, constituindo de inspeção instrumental, determinação de parâmetros regionais de poluição, treinamento de equipes técnicas, especificação de compras e outras ações pontuais com o objetivo de extinguir falhas em isoladores poliméricos.

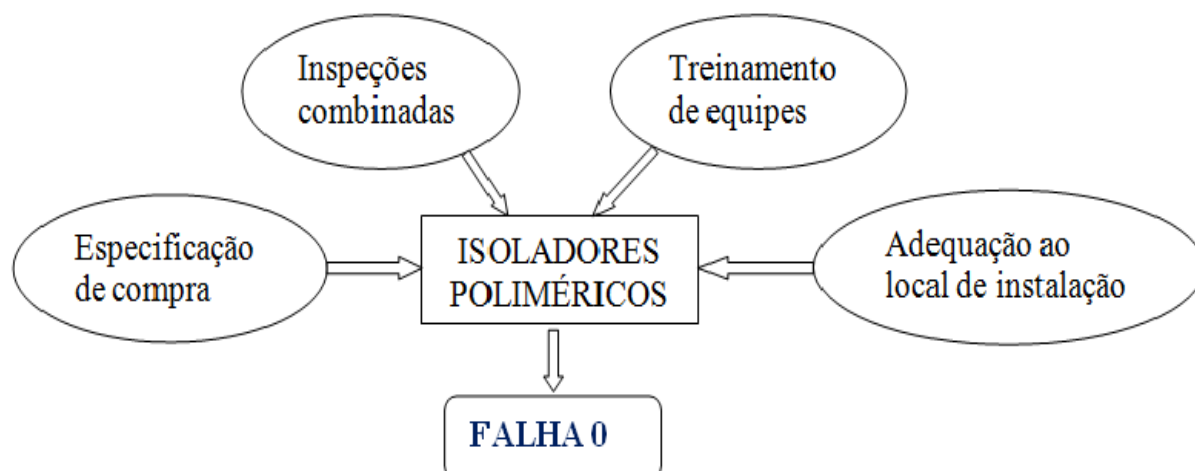


FIGURA 3 – Insumos para a busca da falha 0

3.1.1 Treinamento de técnicos de manutenção

Através de parceria entre a superintendência de manutenção e a universidade corporativa da Eletrobras Eletronorte, foi concebido um curso sobre o uso, manuseio e manutenção de isoladores poliméricos, onde o treinamento atendeu 156 profissionais mantenedores de LTs alocados em 7 estados brasileiros e o Distrito Federal.

O treinamento contemplou itens como: histórico dos isoladores poliméricos, ocorrências com isoladores poliméricos na Eletrobras Eletronorte, fatores que influenciam na vida útil do isolador polimérico, especificação técnica de compra de isoladores poliméricos, programa de manutenção planejada, instruções técnicas de manutenção, recomendações de manuseio de isoladores poliméricos, recomendações de embalagem, armazenamento e transporte e diretrizes para uso de isoladores.

3.1.2 Nova especificação técnica de compra

A Eletrobras Eletronorte revisou seu documento formal de especificação técnica para compra de isoladores poliméricos, onde atualizou o emprego das Normas Técnicas internacionais e nacionais pertinentes a isoladores, colheu sugestões de profissionais mantenedores de LTs e compilou as melhores práticas de manutenção em LTs das empresas do grupo Eletrobras.

A especificação técnica estabelece os critérios técnicos relativos ao fornecimento de isoladores poliméricos, do tipo bastão, para as fases de: projeto, ensaios e fabricação, e demais informações sobre o produto, de forma a assegurar o adequado desempenho do mesmo em cadeias de suspensão e de ancoragem de linhas de transmissão, em tensões elétricas acima de 34,5 kV.

3.1.3 Programa de manutenção planejada

A Eletrobras Eletronorte instituiu um programa de manutenção planejada (PMP) direcionada a isoladores poliméricos, onde são englobados os seguintes itens: procedimentos de segurança, cuidados ambientais, periodicidade das inspeções, recursos humanos e materiais, descrição de atividades (Guia de inspeção visual).

3.1.4 Determinação de parâmetros regionais de poluição

A norma IEC 60815-1 orienta que através do cruzamento de dados de Medição da Densidade de Sal equivalente (DDSE) e da Medição da Densidade de Depósito Não-Solúvel (DDNS) é possível mensurar a severidade da poluição local (SPL) e por meio de gráficos e tabelas específicas da Norma IEC 60815 obtém-se valores mínimos de distância de escoamento para a região de estudo.

Através de metodologia da norma IEC 60815-1, determinamos os parâmetros regionais de poluição e selecionamos isoladores de acordo com a agressividade ambiental onde será instalado.

3.1.5 Combinação de técnicas de inspeção instrumental

A Eletrobras Eletronorte através de experiências próprias, orientações de fabricantes e intercâmbio de conhecimento com o Centro de pesquisas de energia elétrica – Eletrobras Cepel está empregando e combinando modernas técnicas de inspeção instrumentalizada em isoladores poliméricos, como inspeção termográfica e inspeção de efeito corona.

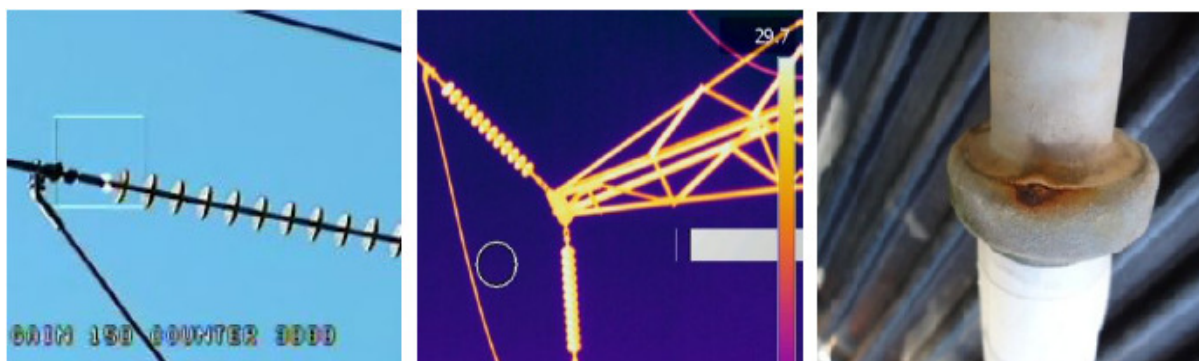


FIGURA 4 – Inspeção corona, inspeção termográfica e defeito detectado

4.0 - 3º PERÍODO DA GESTÃO DE USO DE ISOLADORES POLIMÉRICOS

O 3º período da gestão de uso de isoladores poliméricos tem como marco inicial a aprovação de projeto de pesquisa e desenvolvimento (P&D) para desenvolvimento de tecnologias para avaliação de desempenho de isoladores de alta tensão em áreas de alta agressividade ambiental e também início das atividades de ensaios em alta tensão em laboratório próprio da Eletrobras Eletronorte.

4.1 Projeto de P&D

O projeto de P&D em parceria com o Instituto LACTEC tem como objetivo evitar/mitigar desligamentos envolvendo isoladores poliméricos e cerâmicos por meio do desenvolvimento de metodologias para avaliação de desempenho de isoladores de alta tensão através de técnicas de inspeção instrumentalizada (corona ultravioleta, termovisão, ultrassom e radiofrequência), implantação de ensaios laboratoriais, construção de estações de monitoramento de corrente de fuga de cadeias de isoladores e das variáveis ambientais nos locais de estudo.

4.2 Ensaio de campo e laboratoriais próprios

A Eletrobras Eletronorte através da Diretoria de Operação vem operacionalizando através do Centro de Tecnologia da Eletronorte – LACEN, diversos ensaios elétricos e mecânicos em isoladores nas diversas fases de sua vida útil, como parte integrante de um conjunto mais amplo e com os seguintes objetivos:

- a. Estudar e identificar os efeitos da salinidade e poluição industrial sobre os materiais dielétricos e partes integrantes dos isoladores utilizados em linhas de 230 kV e 500 kV;
- b. Investigar os efeitos concomitantes da salinidade, condições climáticas e da poluição industrial sobre as cadeias de isoladores e materiais integrantes através de monitoramento on-line de correntes de fuga;
- c. Estabelecimento de valores críticos de desempenho e de defeitos internos dos isoladores instalados;
- d. Previsão de critérios para priorização do tempo ou período de manutenção dos isoladores poliméricos

Ensaio elétrico em laboratório:

- Ensaio de Tensão Aplicada a 60 Hz;
- Ensaio de Tensão Disruptiva;
- Ensaio de tensão de Radio interferência;
- Ensaio de Corona Visual;
- Medição de corrente de fuga;
- Ensaio de Impulso Atmosférico;
- Ensaio de Impulso de Manobra sob chuva;
- Ensaio de Perfuração sob impulso;



FIGURA 5 – Equipamentos para ensaios elétricos no LACEN

Ensaio mecânicos e químicos:

- Medição de DDSE e DDNS;
- Medição de hidrofobicidade;
- Ensaio de aderência;
- Ensaio de penetração de água no núcleo;
- Ensaio de líquido penetrante.

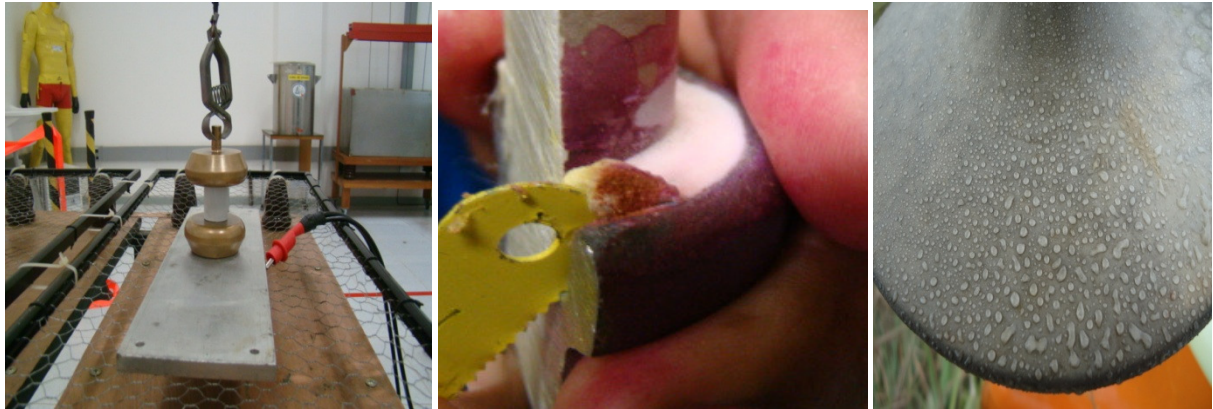


FIGURA 6 – Ensaio químicos e mecânicos em isoladores no LACEN

5.0 - CONCLUSÃO

O conjunto interligado de procedimentos normatizados, aliado a treinamentos sobre o uso de isoladores poliméricos e que envolvem a participação de técnicos mantenedores de linhas transmissão, parcerias com centro de pesquisas e fabricantes, é de elevada importância para um ganho na confiabilidade dos componentes de um sistema elétrico.

Todos os técnicos, desde a alta gerência até o mantenedor de linhas de transmissão da Eletrobras Eletronorte está sensibilizando de que os isoladores poliméricos não podem receber o mesmo tratamento que os isolantes cerâmicos e que aqueles possuem características e cuidados específicos.

Desde a consolidação da gestão do uso de isoladores poliméricos, a Eletrobras Eletronorte não sofreu com desligamentos não programados que tiveram como origem da falha os isoladores poliméricos e através das novas inspeções, detectaram isoladores avariados, notoriamente em subestações, e está trabalhando para que se chegue a um grau de excelência no qual seja possível estabelecer critérios ótimos de troca, previsão de avarias e determinação da expectativa de vida.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ELETROBRAS ELETRONORTE. Especificação técnica de isoladores poliméricos, tipo bastão, para linhas de transmissão – Setembro/2010;
- (2) ELETROBRAS ELETRONORTE. Programa de manutenção planejada, série linhas de transmissão – Isoladores poliméricos ≥ 69 kV;
- (3) INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions- Definitions, information and general principles – IEC/TS 60815-1/2008;
- (4) BEZERRA, R. C., LEITE, R.C., GOMES, T. S. Avaliação de isoladores poliméricos em linhas de transmissão de 138 kV – Estudo de caso, Goiânia, Brasil, 2012 ;
- (5) WESLEY, R., FERREIRA, L. F. Desenvolvimento de metodologia para monitoração de isoladores poliméricos. XVIII SNPTEE, Curitiba, Brasil, 2005;
- (6) AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Desenvolvimento de tecnologias para avaliação de desempenho de isoladores de alta tensão em áreas de alta agressividade ambiental, Projeto P&D;
- (7) II WORKSHOP DE MANUTENÇÃO EM LINHAS DE TRANSMISSÃO DA ELETRONORTE, Belém, Brasil 2014.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Torricelli da Silva Gomes. Nasceu em 28/03/1981 na cidade do Natal-RN. Graduiu-se em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte na cidade do Natal-RN em 2004 e pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade SENAI Roberto Mange em 2007 na cidade de Anápolis-GO.

Apresentou diversos trabalhos em congressos como SNTPEE, SENDI e ERIAC, todos na área de manutenção de linhas de transmissão.

Trabalhou na Companhia Energética de Goiás – CELG, como coordenador do setor de cadastro e geoprocessamento de equipamentos e linhas de distribuição da regional de Anápolis - GO

Trabalha atualmente como engenheiro de manutenção elétrica na Eletrobrás Eletronorte, em Brasília-DF. Participa do grupo GT-B2.03 – isoladores do Cigré-Brasil.



Ricardo da C. Bezerra. Nasceu em 15/01/1981 na cidade de Belém-PA. Graduiu-se em Matemática pela Universidade do Estado do Pará em 2002 e em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará em 2006, em Belém, Pará.

Trabalha atualmente como gerente da divisão de tecnologia de ensaios no Laboratório de Alta Tensão do Centro de Tecnologia da Eletrobrás Eletronorte, em Belém, Pará, executando ensaios dielétricos em equipamentos de alta tensão, sendo o responsável pelos ensaios em isoladores de alta tensão. Participa do grupo GT-B2.03 – isoladores do Cigré-Brasil.