



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

BR/GMI/15
13 a 16 de Outubro de 2013
Brasília - DF

GRUPO – XII

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

UTILIZAÇÃO DE FIO SINTÉTICO EM TRABALHOS COM INSTALAÇÕES ENERGIZADAS

**Gomes, A. M. D. M. B
CHESF**

**Xavier, G. J. D. V
CHESF**

**Costa, E. G.
UFCG**

**Ferreira, T. V
UFCG**

RESUMO

Nos trabalhos de manutenção em instalações energizadas é necessário respeitar uma série de parâmetros, sendo o mais crítico, a distância de segurança. Nesses trabalhos a linha de mão (corda de serviço) desloca os componentes do alto das estruturas ao solo. Feita de cordas, com fios trançados não são consideradas isolantes. Assim, torna-se necessário manter a linha de mão a uma distância horizontal relativamente grande do ponto energizado, gerando dispêndio de tempo e esforços físicos. Este trabalho apresenta os ensaios em laboratório e testes de campo, feitos em uma linha de mão isolante, constituída de fio sintético de monofilamento de poliamida.

PALAVRAS-CHAVE

Trabalhos em Instalações Energizadas, Linha de Mão, Distância de Segurança

1.0 - INTRODUÇÃO

As técnicas de manutenção em instalações energizada são consagradas no setor elétrico nacional e internacional. Graças a elas é possível manter a disponibilidade das linhas e subestações a níveis tolerados pela sociedade, bem como atender as exigências regulamentares. Para uma maior confiabilidade e a segurança dos trabalhos é necessário respeitar uma série de parâmetros, sendo o mais crítico, a distância de segurança entre o ponto energizado e o profissional, bem como qualquer parte acoplada ao seu corpo para o potencial. Isto ocorre quando os profissionais fazem uso de equipamentos isolantes, como no caso de trabalhos à distância. Grande parte dos trabalhos se dá nas linhas de transmissão, onde se trabalha no alto das estruturas sendo para isso necessário descer e subir material. Entre os materiais estão os próprios equipamentos inerentes à manutenção, bem como os componentes que serão substituídos, ajustados ou consertados. Para isso, usam-se cordas de seda, sisal, ou de qualquer material que apresente uma alta carga de ruptura, em torno de 300 a 400 kg. Contudo, as cordas não são consideradas isolantes. Elas permitem o acúmulo de poeira, sais e óleos que juntamente com a umidade do ambiente, diminui sua resistência elétrica, aumenta a corrente de fuga e o risco de um flashover entre a fase e a referida linha de mão, caso ela se aproxime do ponto energizado, além do aquecimento, com risco da auto combustão.

Como pode ser visto, a linha de mão deve apresentar as mesmas condições de isolamento estabelecidas para o homem. Com essa atitude se preserva a instalação e a integridade física dos eletricitistas que estão no alto da estrutura, e principalmente os homens que estão no solo. Assim, para garantir a integridade física dos eletricitistas, torna-se necessário içar ou descer os equipamentos, ferramentas ou componentes a uma distância horizontal do ponto energizado relativamente grande. Este procedimento gera dispêndio de tempo e esforços físicos. Alternativamente podem-se usar cordas isolantes fabricadas principalmente de aramida para vencer essa barreira, no entanto, mesmo com controle muito rigoroso há histórico de acidentes e incidentes no setor elétrico por descuido em seu manuseio. A ocorrência de mudanças climáticas repentinas ou desgaste e ruptura de suas fibras aumenta o risco do rompimento da corda pelo aumento da corrente de fuga. Assim neste trabalho é apresentada a utilização de fio sintético de monofilamento, entre ele o de poliamida, que pode ser usados em substituição às

cordas. Ensaio em laboratório e testes em intervenções em instalações energizadas foram realizados comprovando a eficiência de tal linha de mão. A aplicação da linha de mão isolante reduz significativamente o dispêndio de tempo e esforços físicos. Assim, a diminuição dos esforços nas intervenções com linhas energizadas, somada aos aumentos da segurança e da confiabilidade, quando comparado com as cordas, são os fatores de motivação deste trabalho.

2.0 - TRABALHOS EM INSTALAÇÕES ENERGIZADAS

Ao realizar manutenção em instalações energizadas, é necessário, em grande parte desses trabalhos, o içamento de materiais e equipamentos com uso de linha de mão, que é uma corda de tecido, por vezes, de seda ou de sisal. Tal linha não pode ser considerado isolante e deve se manter distante dos pontos energizados de acordo com os limites estabelecidos [1].

TABELA 1 – DISTÂNCIA DE SEGURANÇA

TENSÃO (kV)	DISTÂNCIA DO PROFISSIONAL NA PARTE ATERRADA PARA AS PARTES ENERGIZADAS (m)
11,9 a 69	0,95
138	1,10
230	1,55
500	3,40

Devido a linha de mão não ser considerada isolante e conseqüentemente ter de obedecer a distância de segurança, os componentes a serem substituídos ou reparados deverão ser transferidos da parte energizada até a estrutura (parte aterrada).

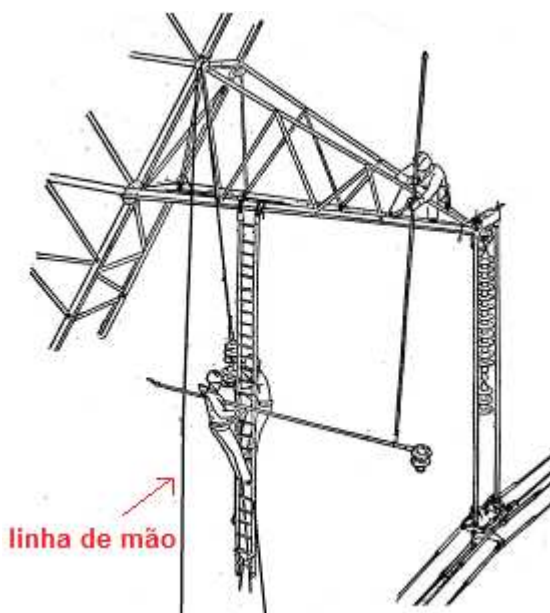


FIGURA 1 – EXEMPLO DE TRABALHO ENERGIZADA REALZADO A DISTÂNCIA [2]

3.0 - ENSAIOS EM LABORATÓRIO

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Alta Tensão da Universidade Fereral de Campina Grande. De forma a validar a suportabilidade elétrica da linha de mão isolante, com medição de corrente de fuga. Para efeito comparativo, foi utilizado como padrão os ensaios de recebimento de bastão isolante [3]. Nos ensaios aplicou-se uma diferença de potencial (valor de crista dividido por 2) de 100 kV em 30 cm de bastão, medindo sua corrente de fuga comparando com o valor de referência.

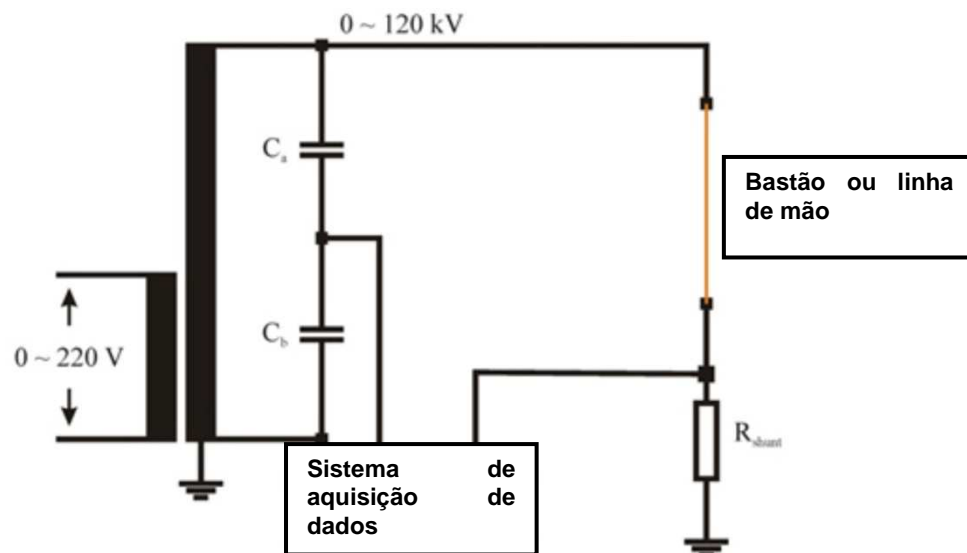


FIGURA 2 – Arranjo da montagem do ensaios de suportabilidade elétrica com medição da corrente de fuga

O primeiro teste foi realizado em um bastão isolante de 51 mm de diâmetro, estando o mesmo limpo. Como padrão[3], o valor da corrente de fuga não pode ser superior a 15 μ A. Nos testes foram obtidos 11,9 μ A de corrente de fuga. O ponto de referência são bastões isolantes utilizados há mais de 40 anos nos trabalhos em instalações energizadas com muito sucesso.



FIGURA 3 – ENSAIO EM BASTÃO ISOLANTE DE 51 mm LIMPO

2.1 Amostras de linha de mão isolante para ensaio

Para os ensaios com amostras de linha de mão isolante foram disponibilizadas três linhas com 40 metros cada. O diâmetro das amostras é de 3 mm. A primeira que nunca foi utilizada (nova), a segunda com dez outras manobras (1 intervenção) e a terceira com 50 manobras (meio dia de trabalho - 5 intervenções). Uma manobra foi considerada como sendo uma subida e descida de uma cadeia de isoladores, com 16 discos (56 kg aproximadamente - 3,5 kg cada isolador), usando a linha de mão para essa tarefa. A intenção era envelhecer e estressar a linha de mão do ponto de vista mecânico, principalmente para poluí-la em condições de trabalho, ou seja, sujá-la como os contaminantes do ambiente. Vale salientar que os ensaios de envelhecimento em campo foram realizados em condições a considerar a linha de mão isolante como sendo não isolante, respeitando a distância de segurança a partir do ponto energizado, pois ainda estava em testes para a finalidade de isolamento.



FIGURA 4 –Vista do arranjo de envelhecimento DAS AMOSTRAS

Ensaio de tensão aplicada com medição da corrente de fuga foram realizados utilizando-se as amostras da linha de mão da mesma forma como realizado no bastão isolante.



FIGURA 5 – VISTA DO ENSAIO EM LINHA DE MÃO ISOLANTE LIMPA

2.2 Análise dos Resultados

Os ensaios nos bastões isolantes e na linha de mão isolante com amostras limpas e sujas foram realizados. Como avaliação preliminar, o objetivo do ensaio era verificar a robustez a linha de mão isolante a poluição natural advinda do campo. A Tabela 2 explicita os resultados dos ensaios. Todos os ensaios foram realizados no dia 18 e 19/12/2013.

TABELA 2 – RESULTADOS DOS ENSAIOS NAS AMOSTRAS DE LINHA DE MÃO ISOLANTE

Item	Amostra	Temperatura (°C)	URA (%)	Corrente de Fuga (µA) - RMS
1	Bastão de Manobra 51 mm - Limpo	28,1	52	11,90 (15)
2	Bastão de Manobra 51 mm – Sujo	28,1	52	40,00 (15)

3	Linha de mão isolanete 3 mm – Limpa (amostra nova)	28,1	52	4,12
4	Linha de mão isolanete 3 mm – Suja (amostra nova)	28,1	52	4,95
5	Linha de mão isolanete 3 mm – Limpa (amostra 1 intervenção)	29,0	45	3,30
6	Linha de mão isolanete 3 mm – Limpa (amostra 5 intervenção)	27,6	58	2,90

Para efeito comparativo os bastões isolantes serão utilizados como referência dada sua confiabilidade histórica nos trabalhos de manutenção em instalações energizadas, Analisando separadamente os testes realizados nos bastões isolantes, verificou-se que na condição limpo, a intensidade da corrente de fuga permanece inferior ao limite permitido, ou seja, menor do que 15 μA , no caso, 11,9 μA . Na condição de poluído, naturalmente e proposadamente em serviço, a corrente do bastão ultrapassa o valor limite (15 μA), atingindo a intensidade de 40 μA . comprovando a vulnerabilidade da corrente de fuga superficial do bastão isolante a umidade e poluição.

Como pode ser visto pelos valores dos testes 3 e 4 (ver Tabela 2), a linha de mão isolante apresenta correntes de fuga menores quando comparadas com as correntes de fuga dos bastões. As intensidades das correntes de fuga das linhas de mão, nas condições limpa e poluído, naturalmente e proposadamente em serviço são 4,12 μA e 4,95 μA , respectivamente. Constatou-se também durante os ensaios das linhas de mão uma aumento de 0,83 μA , que representa aproximadamente 20% do valor inicial, enquanto que no bastão foi constatado um aumento de 236%. Isso mostra mais uma vantagem da linha de mão isolante mesmo comparada ao bastão, pois além de apresentar uma menor corrente de fuga, apresenta maior robustez quanto a resistência a contaminantes. Sua menor área de superfície quando comparada aos bastões precisamente é a razão dessa boa característica.

Na Figura 6, pode ser vista a caracterísitca capacitiva da corrente, no caso de linha de mão isolante limpa. Analogamente na Figura 7, observa-se a corrente superficial resitiva que circula no bastão quando poluído por utilização em campo.

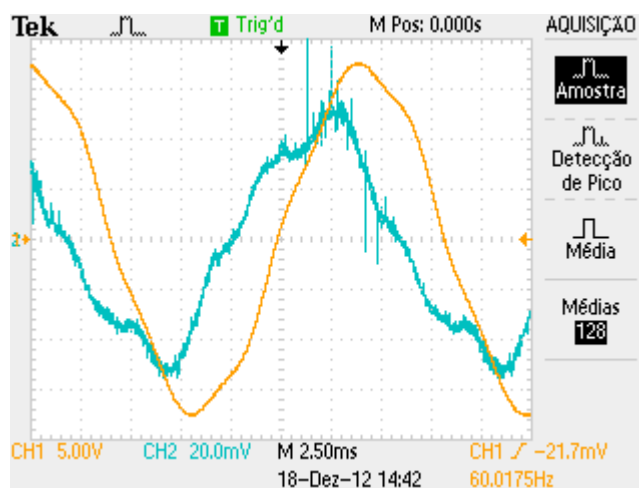


FIGURA 6 – FORMAS DE ONDA DE TENSÃO (LARANJA) E CORRENTE (AZUL) DO ENSAIO 5

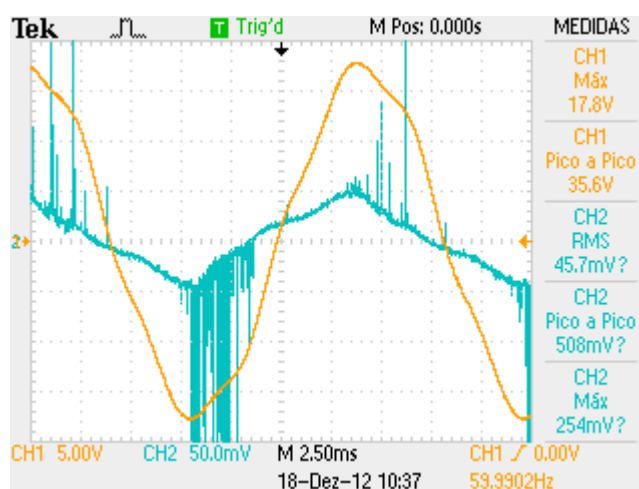


FIGURA 7 – FORMAS DE ONDA DE TENSÃO (LARANJA) E CORRENTE (AZUL) DO ENSAIO 2

4.0 - TESTES EM CAMPO

Após o apontamento dos ensaios em laboratório ser positivo para o uso de linha de mão isolante (monofilamento de polimaida) nos trabalhos em instalações energizadas, utilizou-se a referida linha em um trabalho com instalação energizada. O referido trabalho foi uma colocação de esfera de sinalização com uso de cordas, onde tem-se uma grande preocupação com as fases que ficam abaixo do cabo para raios. Com o uso da linha de mão isolante essa preocupação foi resolvida e o trabalho foi feito com um menor tempo e com menos esforço.

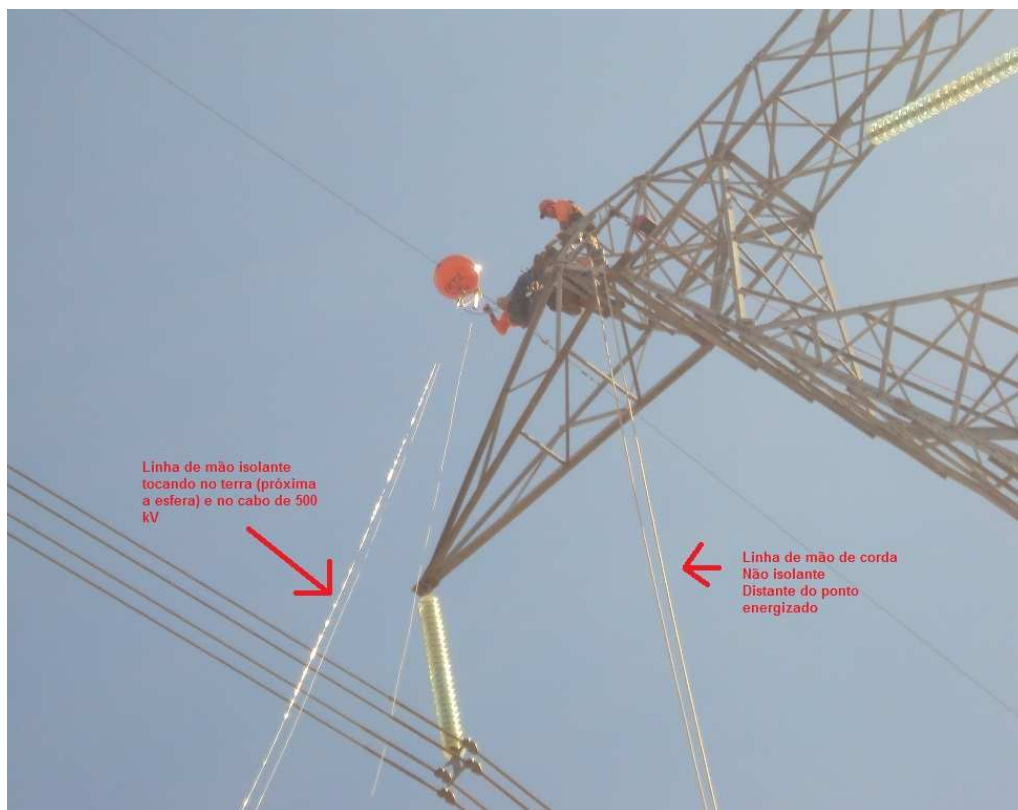


FIGURA 8 – COLOCAÇÃO DE ESFERA DE SINALIZAÇÃO COM USO DE LINHA DE MÃO ISOLANTE

5.0 - CONCLUSÃO

Conclui-se nesse primeiro momento que a linha de mão isolante para as amostras ensaiadas possui desempenho elétrico superior ou equivalente a do bastão isolante de 51 mm, pois as intensidades das correntes de fuga medidas apresentam valores inferiores aos limites indicados nos ensaios de avaliação dos bastões. Os resultados ainda são preliminares, mas gera a grande expectativa de seu uso nos trabalhos em instalações energizadas. Outro ponto que merece destaque é o fato de que a linha de mão isolante é mais robusta a contaminação superficial do que o bastão isolante, para os ensaios realizados até o presente.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) NM-MN-LT-L.002 – Manutenção em Linhas de Transmissão e Barramentos Energizados – 8ª Edição - 2011
- (2) IM-MN-LT-L.003 – Substituição de Isoladores em Cadeias de Suspensão em “I”, 230 kV – Estruturas Metálicas – Método a Distância – 5ª Edição - 2008
- (3) NBR - 14540 – Bastão e Escada Isolante e Ferragens para Trabalho em Instalação Energizada - Transmissão

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Alexandre Manoel de Medeiros Borja Gomes

Natal - 1977

UFRN – 2002 / UEPB – 2011

Engenheiro Eletricista da Chesf desde 2002 atuando na área de manutenção de linhas de transmissão