

Novo Método Proposto para Ensaios em Mangas Isolantes

R. E. Clerisi¹
E. Otto Filho¹
J. C. Tosin¹
E. L. Kowalski²,
R. Robert²

¹COPEL - Companhia Paranaense de Energia

roberto.clerisi@copel.com
eduardo.otto@copel.com
jctosi@copel.com

²LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento

edemir@lactec.org.br
rene@lactec.org.br

Resumo: Neste trabalho é proposta uma nova técnica de ensaio em mangas isolantes confeccionadas em borracha natural, para serviço em linha viva. São discutidas as dificuldades dos ensaios propostos por normas internacionais e apresentadas as vantagens do novo método.

Palavras-Chave: Mangas isolantes, linha viva, métodos de ensaio.

1 Introdução

O serviço em linha viva tem se tornado cada vez mais importante para as empresas do setor energético mundial. Este serviço é executado por trabalhadores que devem estar protegidos por ferramentas isolantes confeccionadas em borracha natural, tais como luvas e mangas isolantes. O ensaio em luvas é bastante simples e segue normas internacionais [IEEE95] [ASTM87] sem apresentar dificuldades ou problemas para a sua realização. Por outro lado, percebe-se que os ensaios realizados em mangas isolantes, feitos segundo as normas [ASTM97] [IEC78] [IEEE03], apresentam certas dificuldades, tais como dobrar a manga, utilização de líquidos isolantes prejudiciais à saúde e à ferramenta e grande geração de descargas elétricas e ozônio.

Por meio de resultados obtidos ao longo de vários anos, a COPEL (Companhia Paranaense de Energia) constatou que nos ensaios realizados com a manga dobrada (ver itens 18.3.1 a 18.3.3, de [ASTM02]) havia uma perda de cerca de 30% das mangas novas durante os ensaios de rotina. Estas perdas são causadas principalmente pelo

rompimento da ferramenta nas regiões de dobras. Em função destes resultados, vários estudos foram realizados nos quatro últimos anos e obteve-se uma nova sugestão para os ensaios em mangas isolantes.

As ferramentas de linha viva, confeccionadas em borracha natural, são classificadas segundo Tipo e Classe. O Tipo refere-se à resistência da ferramenta ao ozônio, sendo o Tipo I não resistente e a Tipo II resistente ao ozônio. A Classe de isolamento refere-se à tensão de ensaio e uso, como pode ser visto na tabela 1 [ASTM97]. O sistema proposto vem sendo testado em mangas isolantes de classes 2 e 3. Mangas de classe 4 vêm sendo testadas por meio de um sistema derivado do proposto, porém deverá ser tratado em artigo futuro.

Tabela 1: Classes de tensão de ensaio e uso das ferramentas de linha viva

Classe	Tensão de Ensaio AC (V)	Tensão de Uso (V)
0	5.000	1.000
1	10.000	7.500
2	20.000	17.000
3	30.000	26.500
4	40.000	36.000

2 Ensaios normalizados para as mangas isolantes

Os ensaios em mangas isolantes discutidos nesta seção referem-se à norma ASTM Standard Specification for Rubber Insulating Sleeves [ASTM02]. Abaixo é feita uma rápida descrição de cada ensaio e as principais dificuldades na realização destes.

2.1 Montagem com eletrodos de água, com a manga invertida, dobrada e em forma de “rede de dormir”.

Estas montagens podem ser vistas nas figuras 1, 2 e 3. Neste ensaio, constatou-se a incidência de *breakdown* das mangas nas regiões de dobras ou próximas a ela. Estes rompimentos na borracha natural com a qual as mangas são confeccionadas podem ser provocados pela intensificação das linhas de campo elétrico próximas à região das dobras e uma contribuição em menor escala do esforço mecânico, o qual induz no material o rompimento denominado de mecânico [Acev82]. Outro problema referente a estas sugestões é que tais ensaios não devem ser realizados em tensões superiores a 10 kV AC, prática que não vem sendo adotada pelos “ensaiadores” de ferramentas de linha viva por falta de opções de ensaio.

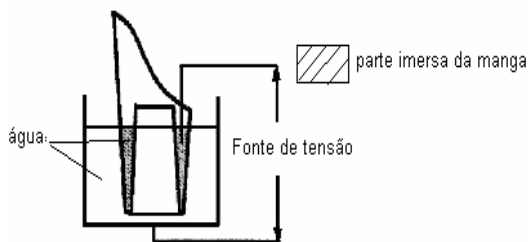


Figura 1: Montagem com eletrodos de água com a manga invertida. Nessa montagem, o punho é puxado pela abertura do ombro para a parte interna da manga, invertendo sua metade.

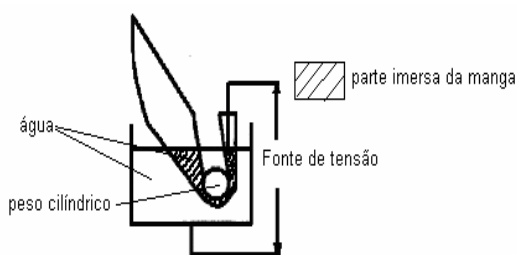


Figura 2: Montagem com eletrodos de água, com a manga dobrada

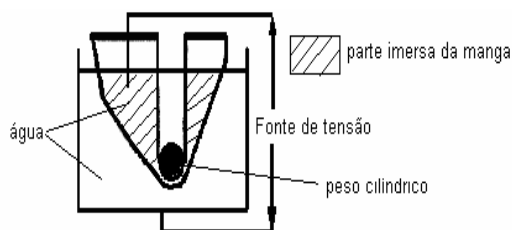


Figura 3: Montagem com eletrodos de água, com a manga em forma de rede.

2.2 Montagem com eletrodos secos com a manga reta.

Neste ensaio, os eletrodos são confeccionados em feltro umedecido em solução salina a 1%, formando uma interface entre o eletrodo de alumínio e a manga, como pode ser visto na figura 4. Constata-se que o maior problema é o completo contato dos eletrodos com a manga, criando regiões com ar em excesso. Estas regiões tornam-se propensas a descargas elétricas e geração de ozônio. A descarga elétrica parcial e trilhamentos superficiais são responsáveis por processos de degradação dos materiais poliméricos. Estes são elementos que aceleram os processos de *breakdown*, sendo que o ozônio constitui um poderoso agente acelerador dos processos de oxidação nos materiais poliméricos, aumentando seus processos de condução [Diet85].

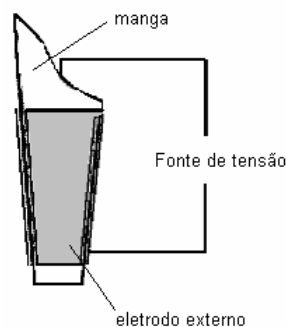


Figura 4: Montagem com a manga reta, com eletrodos secos

2.3 Montagem com eletrodos de água com a manga reta.

Neste ensaio, utiliza-se um líquido isolante mais denso que a água, neste caso o freon. O punho da manga fica imerso no líquido isolante, como pode ser visto na figura 5. Os eletrodos internos e externos são formados por água. Como o líquido isolante é mais denso que a água, esta fica na parte superior do líquido tanta interna como externamente, isolando eletricamente o punho. Atualmente, o líquido isolante mais denso que a água e menos prejudicial à saúde e ao meio ambiente é o freon HCFC 141b.

Com relação a este ensaio, existem alguns aspectos desfavoráveis à sua utilização. Entre estes, podem-se citar:

- o freon perde suas propriedades isolantes de forma bastante rápida;
- possui um custo relativamente alto;
- sua utilização causa inchamento na região de contato com o freon. Este inchamento desaparece após 24 horas;
- trata-se de agente desengraxante. Estudos estão sendo conduzidos no sentido de se verificar se sua atuação compromete a vida útil da ferramenta;
- a eliminação do freon segue regras específicas dos órgãos ambientais.

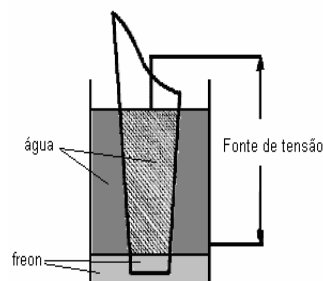


Figura 5: Montagem com a manga reta, usando eletrodos de água.

3 Método Proposto

O método proposto é formado de sistema para a vedação dos punhos da manga com a utilização de eletrodos interno e externo de água, como pode ser visto nas figuras 6 e 7.

Na região de contato do sistema de vedação com a manga passa-se uma camada de óleo ou graxa de silicone, que, além de auxiliar a vedação sem necessidade de aperto forte, auxilia a plastificação da borracha evitando o esmagamento do punho.

As vantagens deste método de ensaio em relação aos outros são:

- a manga permanece reta durante o ensaio, evitando deformações do campo elétrico que passa a ter distribuição quase cilíndrica;
- em função dos eletrodos serem de água, não há vazios entre a manga e os eletrodos, reduzindo as descargas elétricas, efeito corona e a conseqüente geração de ozônio;
- não há necessidade de utilização de produtos químicos auxiliares como isolante;
- o ensaio é prático e bastante rápido em sua montagem.

A região onde ocorre a vedação passa a ser uma região sob stress mecânico. Porém, com a utilização do óleo de silicone em torno do sistema de vedação, o esforço ao qual se submete a manga é muito pequeno, não comprometendo o material.



Figura 6: Vista do sistema de vedação de punho.



Figura 7: Manga com o sistema de vedação

4 Conclusões

O método proposto vem sendo aplicado há um ano em ferramentas de classes de isolamento 2 e 3. Comparando-se os resultados obtidos aos resultados dos métodos tradicionalmente aplicados, constatou-se uma redução na perda das ferramentas da ordem de 50%. Segundo informações da COPEL, 30% eram reprovados nos ensaios elétricos devido à sua perfuração. Em ensaios conduzidos em laboratório, a perda média é de 10%.

O método é prático e muito semelhante ao ensaio realizado em luvas isolantes. Para ensaios em mangas isolantes de classe de isolamento 4, vem sendo testado um sistema semelhante ao proposto que será assunto de futuro artigo.

5 Agradecimentos

Os autores agradecem à COPEL, LACTEC e ANEEL pelo apoio financeiro e técnico no desenvolvimento deste trabalho.

6 Referências

- [IEEE95] IEEE Guide for Maintenance Methods on Energized Power Lines, IEEE Std 516-1995.
- [IEC] IEC 60903-03 Specifications for Gloves and Mitts of Insulating Material for Live Working.1988.
- [ASTM97] ASTM F 496-97 Specification for In-Service Care of Insulating Gloves and Sleeves.
- [IEC88] IEC 60903-88 Live working - Gloves of insulating material.
- [ASTM87] ASTM D 120-87 Specification for Rubber Insulating Gloves.
- [IEC78] IEC TC-78 Tools for Live-Line Work
- [SSEN84] SS-EN 609-84 Sleeves of insulating material for live working.
- [ASTM02] ASTM D1051-02 Standard Specification for Rubber Insulating Sleeves.
- [IEC02] IEC 60984 2002 Sleeves of insulating material for live working.
- [IEC90] IEC 60984-02 (1990) Sleeves of Insulating Material for Live Working.
- [IEEE03] IEEE Guide on Terminology for Tools and Equipment to Be Used in Live Line Working 2003.

[Acev82] Aceves.J.M. Envejecimiento acelerado de polímeros y su interpretación. Artículos Técnicos, Boletín Lie, pp. 327-329, septiembre/octubre 1982.

[Diet85] Dieter Kina and Hermann Karner. High-Voltage Insulation Technology. Friedr.Vieweg&Sohn, Braunschweig/Wiesbaden, Germany; 1985