

## Ensaio de segurança para luva isolante e mangote de eletricitistas

Marco Antonio Ferreira Finocchio, Caio Marte Souza, Lucas de Oliveira Antunes, Edson Luis Bassetto

**Resumo:** Este artigo destaca a importância dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI), como a luva isolante e o mangote para eletricitistas. São equipamentos obrigatórios à segurança das pessoas na área elétrica. Isto para protegê-las contra um contato voluntário em alguma parte do Sistema Elétrico de Potência, que envolve de todas as instalações e equipamentos destinados à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, inclusive o sistema de medição. Assim, inserindo todos os locais de o trabalho próximos à energia elétrica ou energizados. A especificação destes EPI's, e seus processos de testes são o foco principal do trabalho, Porque procura verificar seu estado de aptidão ao trabalho, sem expor os trabalhadores aos riscos elétricos inerentes a atividade de eletricitista.

**Palavras chave:** Procedimento de ensaio, Proteção das mãos, Proteção dos braços, Eletricidade.

### Safety test for insulating gloves and electricity

**Abstract:** This article highlights the importance of Personal Protective Equipment (PPE), such as the insulating sleeve and the hose for electricians. They are mandatory equipment for the safety of people in the electrical area. This is to protect them against voluntary contact in any part of the Electric Power System, which involves all installations and equipment for the generation, transmission and distribution of electric energy, including the metering system. Thus, by inserting all work sites close to the electric or energized. The specification of these PPE's and their testing processes are the main focus of the work, because they seek to check their fitness to work without exposing workers to the electrical risks inherent in the activity of an electrician.

**Key-words:** Test procedure, Protection of hands, Protection of hands, Electricity.

#### 1. Introdução

Com a criação das CLT em 1977, (Consolidação das Leis Trabalhistas), o Setor Elétrico passou por uma grande reestruturação, logo em 1978 com a criação da NR – 10 onde se trata de Segurança nas Instalações Elétricas foi criada junto a outras 27 Normas Regulamentadoras, com última alteração feita em 2004, visando dar ao setor elétrico mais segurança. O setor elétrico antes do surgimento da norma havia diversos tipos de acidentes envolvendo a elétrica principalmente devido a empresas que eram contratadas como terceiras e sendo assim, sem nenhum conhecimento básico de segurança acabavam se envolvendo em acidentes rotineiros, e muitos deles passíveis de morte devido a não haver medida de proteção contra possíveis choques elétricos sendo na manutenção periódica, preditiva ou até mesmo preventiva.

Em seu item 10.2.9.2, a NR-10 dispõe sobre as vestimentas e Equipamentos de Proteção Individual (EPI's), onde especificam quais devem ser utilizados no setor elétrico bem como, também estipula qual o tipo de roupa necessária ao setor elétrico, deve-se tomar como base a NR -6 Equipamentos de Proteção Individual, onde ela especifica a correta utilização de cada EPI em sua determinada função, e também especifica a obrigatoriedade do empregador a fornecer os mesmos adequados as funções, tendo como responsabilidade do empregado manter o mesmo em perfeito estado de conservação para uso.

Considera-se EPI todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho. Sendo o empregador obrigado a fornecê-lo ao trabalhador, gratuitamente, sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais ou do trabalho. E enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas ou para atender a situações de emergência.

Os tipos de EPI podem variar dependendo do tipo de atividade ou de riscos que poderão ameaçar a segurança e a saúde do trabalhador e da parte do corpo que se pretende proteger, tais como: proteção auditiva: abafadores de ruídos ou protetores auriculares; proteção respiratória: máscaras e filtro; proteção visual e facial: óculos e viseiras; proteção da cabeça: capacetes; proteção de mãos e braços: luvas e mangotes; proteção de pernas e pés: sapatos, botas e botinas; e proteção contra quedas: cintos de segurança e cinturões (ABNT, 2017).

Antes da NBR 10, existia um alto índice de acidentes fatais na área elétrica, porém com sua aplicação e a utilização dos EPI's necessários a morte gerada por esse tipo de acidentes diminuiu com os anos, graças a adequação das empresas normas, e o fornecimento de EPI's apropriados ao trabalho (BASSETTO *et al.*, 2017; BATISTA; BORBA, 2011).

A necessidade do uso de EPI's está ligada aos danos que as queimaduras por arcos elétricos podem representar, já que esse tipo de acidente é um dos principais ferimentos ocorridos devido à eletricidade nos postos de trabalho. Entretanto, mesmo com as graves consequências desses acidentes no corpo humano, eles não têm recebido atenção suficiente em relação aos acidentes envolvendo choques elétricos e incêndios (SOUZA; CARRARA; FINOCCHIO, 2009).

O desenvolvimento dessa monografia se justifica pela intensidade dos riscos envolvendo choques elétricos. Em um choque elétrico, o corpo humano age como um circuito energizado devido à passagem de corrente. Desse modo, podem decorrer várias doenças e condições, variando de acordo com a intensidade e tempo de exposição ao choque, além da área de contato (PARISE, 1998).

Assim, o uso de EPI's que atenuem os riscos de choques elétricos é essencial para a segurança dos trabalhadores. Entretanto, a motivação desse trabalho está na apresentação dos testes para classificação e verificação das condições de serviço de luvas e mangotes isolantes.

## 2. Desenvolvimento Teórico

Todo o EPI, tem obrigatoriamente um Certificado de Aprovação (CA), onde consta como expresso na alínea "c" do item 6.6.1 da Norma Regulamentadora NR 6, é vedado ao empregador o fornecimento de Equipamento de Proteção Individual (EPI) que não tenha CA emitido pelo Ministério do Trabalho. Mas, todo o CA é importante, pois garante que o EPI foi testado em laboratório e aprovado segundo as normas de segurança e saúde do país, todo o CA tem um prazo de validade de acordo com a NR 6 (ABNT, 2017; ATLAS, 2017).

Para comercialização o CA concedido aos EPI terá validade:

- a) de 5 (cinco) anos, para os equipamentos com laudos de ensaio que não tenham sua conformidade avaliada no âmbito do SINMETRO;
- b) do prazo vinculado à avaliação da conformidade no âmbito do SINMETRO, quando for o caso. O prazo de validade do CA de um EPI é necessário a fim de resguardar a qualidade dos EPI's disponibilizados no mercado, tendo em vista que, para a renovação do CA, o fabricante/importador deve realizar ensaios periódicos em seu EPI. (ATLAS, 2017).

Uma vez adquirido o EPI com CA, o empregador deve observar as informações de validade, manuseio e armazenamento dos equipamentos fornecidos pelo fabricante, só é exigido o CA

perante os equipamentos exigidos pela NR 6. O Ministério do Trabalho referente à portaria N.º 451, de 20 de novembro de 2014, estabelece procedimentos para o acesso ao sistema CAEPI, para o cadastro de empresas fabricantes e/ou importadoras de EPI e para a emissão e renovação do Certificado de Aprovação dos EPI's (ABNT, 2017; MTE, 2014, 2018).

Todo CA pode ser consultado seu prazo de validade no MTE, incluindo o número do CA, marca do produto, e por último especificar qual produto (MTE, 2014). As condições gerais mínimas exigíveis para as luvas isolantes de borracha de proteção contra choques elétricos, que possam atingir os eletricitistas quando em contato com condutores ou equipamentos elétricos energizados, deve estar em conformidade a NBR16295, as luvas são usadas para proteção individual, portanto, ao autorizar seu uso deve ser dada uma margem de segurança entre a tensão máxima na qual elas são usadas e a tensão de ensaio. A de borracha natural, sintética ou combinação de ambas, destina-se a proteger a mão, o punho e parte do antebraço permitindo independência do movimento dos dedos (ABNT, 2014).

A classificação das luvas de borracha divide-se em tipo I, onde a luva não é resistente a ozônio que é a forma muito ativa que pode ser produzida por descarga elétrica, efeito corona ou raios ultravioletas, tipo II, não resistentes ao ozônio (ABNT, 2014).

Para as luvas são estabelecidas 6 classes de luva de borracha: Classe 00, Classe 0, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4 indicadas nas Tabelas 1 e 2 abaixo (ABNT, 2014).

Classes das Luvas	Tensão de Ensaio (Valor Médio) (V)	Tensão Mínima de Perfuração (Valor Médio) (V)	Tensão Máxima de Uso (Valor Médio) (V)
0	10000	20000	750
0	20000	35000	1500
1	40000	60000	11250
2	50000	70000	25500
3	60000	80000	39750
4	70000	90000	54000

Tabela 1. Propriedades para CC

Classe das Luvas	Tensão de Ensaio (Valor Eficaz) (V)	Tensão Máxima de Uso	Tensão Mínima de Perfuração (Valor Eficaz) (V)	Corrente Máxima de Fuga (mA)			
		Tensão de Linha (Valor Eficaz) (V)		Luva de 267mm	Luva de 356mm	Luva de 406mm	Luva de 457mm
0	2500	500	5000	6	10	12	14
0	5000	1000	6000	8	12	14	16
1	10000	7500	20000	-	14	16	18
2	20000	17000	30000	-	16	18	20
3	30000	26500	40000	-	18	20	22
4	40000	36000	50000	-	-	22	24

Tabela 2. Propriedades para CA

As luvas devem ser fabricadas conforme a NBR 16295 de modo de ter um acabamento uniforme a fim de não apresentar emendas, devem não constatar imperfeições a inspeção visual, devem-se constatar a imperfeição da luva ao contato visual não submetendo ela a condições de esforço mecânico, pode ser feita insuflando ar nas luvas manualmente ou através de um dispositivo adequado, observando-se as luvas do tipo I nenhuma parte da luva deve esticar mais do que 2 vezes o seu tamanho normal, luvas do tipo II nenhuma parte da luva deve esticar mais do que 1,25 vezes o seu tamanho norma (ABNT, 2014).

A espessura deve estar de acordo com a Tabela 3 a seguir.

Classes das Luvas	Espessura mínima (mm)		Espessura máxima (mm)
	Na união dos dedos	Nas outras partes	
0	0,4	0,43	0,6
0	0,46	0,51	1,02
1	0,63	0,76	1,52
2	1,02	1,27	2,29
3	1,52	1,9	2,92
4	2,03	2,54	3,56

Tabela 3. Espessura da luva

O tamanho deve ser obtido pelo perímetro interno da luva, medindo uma linha paralela à união dos dedos e passando através da união do dedo polegar (ABNT, 2014). Os tamanhos são apresentados na Tabela 4.

Nº	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
mm	203	216	229	241	254	267	279	292	303

Tabela 4. Tamanho

Todas as luvas devem ser marcadas clara e permanente no dorso do punho, dentro da faixa de 50mm a contar a partir da entrada da borda de entrada da luva, tal marcação deve ser isolante e aplicada de maneira a não prejudicar as seguintes indicações (ABNT, 2014):

- Nome do fabricante;
- Tipo;
- Classe;
- Tamanho;
- Número da norma a qual pertence sendo NBR10622;
- Nº do CA;
- Nº de série.

A marcação deve ser da cor especificada para cada classe da luva:

- Classe 00: Bege;
- Classe 0: Vermelha;
- Classe 1: Branca;
- Classe 2: Amarela;
- Classe 3: Verde;
- Classe 4: Laranja.

Cada par de luvas deve ser acondicionado em envelope, e em caixa individual com etiqueta e cor especificada da cor especificada no item anterior (ABNT, 2014).

- Nome do fabricante;
- Tipo;
- Classe;
- Tamanho;
- Comprimento;
- Contorto da borda de punho (inclinado ou reto).

As luvas devem ser armazenadas em caixa de papelão, com o lado da etiqueta para fora, não devem ser dobradas, enrugadas, comprimidas, ou submetidas a qualquer solicitação que

possa causar alongamento ou compressão, armazenar em locais livre de ozônio, produtos químicos, óleos, solventes, vapores prejudiciais, fumos ou descargas elétricas, fora de qualquer fonte de calor e em temperatura ambiente não superior a 35°C (ABNT, 2014).

A luva de isolamento deve ser usada antes da luva de cobertura para o eletricitista com alongamento do punho composta de 100% couro bovino, a fim de proteger que os materiais a serem tocados causem quaisquer danos às luvas de isolamento.

### 3. Metodologia ensaios

As normas internacionais IEC, ASTM e nacional (NBR) recomendam que se façam ensaios e testes periódicos nas luvas isolantes, a fim de se verificar que as mesmas contêm os requisitos especificados para garantir a segurança de seus usuários. O ensaio mais utilizado é o de tensão elétrica aplicada em CA com medição de corrente de fuga, o mesmo também pode ser feito em CC. Aconselha-se também fazer a inspeção visual, e em campo, a inflagem manual para detectar anormalidades (ABNT, 2014; ASTM, 2001; IEC, 2014).

Antes de se iniciar atividades que necessitam da utilização de luvas isolantes, recomenda-se que seja feita inspeção visual, a fim de detectar alguma irregularidade no material, como rompimento dielétrico, rachaduras de idade e ozônio, depressões ou reentrâncias, mudança de coloração, protuberância, entre outros. Para isso são usadas algumas técnicas onde a mais recomendada é o método da rolagem ou inflagem manual como sugerido pela ASTM F1236, ambos descritos abaixo (ASTM, 2001):

A rotulagem é um que método consiste em rolar a superfície externa ou interna da luva, de modo a destacar fissuras, corte ou irregularidade. A Figura 1 exemplifica o processo.

Já a inflagem manual o método procura encontrar pequenos furos na luva isolante, e consiste em segurar as bordas laterais da abertura da luva, alongar suavemente para fechar a extremidade aberta e enrola-la até o final do punho em direção da palma da mão, aprisionando o ar dentro da mesma. Após segurar a luva próxima ao ouvido e com a mão livre, aperta-se a palma da luva para aumentar a pressão do ar e identificar se há vazamentos. A Figura 2 demonstra como realizar esse processo.



Figura 1. Técnica de rolagem: identifica defeitos nas luvas isolantes ASTM F1236

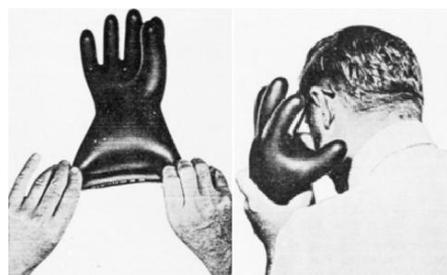


Figura 2. Testes em campo para detectar furos na luva nas luvas isolantes ASTM F1236

### 4. Discussão e resultados dos ensaios elétricos

A norma NBR 16295 determina que nos ensaios de tensão elétrica aplicada, as luvas isolantes de proteção elétrica devem suportar o valor eficaz de uma onda senoidal, 60 Hz, de acordo com sua classe de isolamento (ABNT, 2014).

*“Esta tensão elétrica será conseguida através de um transformador elevador monofásico alimentado por uma fonte de baixa tensão de variação contínua, resultando em uma onda de tensão senoidal com frequência de 60 Hz e com variação máxima no fator de crista não superior a 5% para mais ou para menos”.*

De maneira semelhante, a ASTM se utiliza do indicador *Arc Thermal Performance Value* (ATPV) como forma de quantificar e caracterizar o desempenho de tecidos e vestimentas destinados à proteção contra arcos elétricos. O indicador é mensurado por meio de testes de exposição dos materiais aos arcos elétricos em diferentes períodos de exposição e com diferentes correntes (ASTM, 1999).

Para a execução do teste de isolamento elétrica, primeiro é feita a limpeza do selo da empresa que realizou o teste por último removendo a data de validade e logo da empresa para um novo teste. O processo de limpeza do selo é mostrado na Figura 3. Na Figura 4 tem-se o tanque utilizado no teste de isolamento das luvas.



Figura 3. Limpeza de selo



Figura 4. Tanque de testes de isolamento de luvas

Assim, as luvas são suspensas por um condutor isolante como exemplos prendedores dentro de um recipiente com água para maior condutividade da tensão devendo elas ficarem cerca de 5 cm fora da água presa através desses prendedores isolantes, que são fixados a um bastão isolante, como mostrado nas Figuras 4 e 5.

É aplicada uma tensão com um variador de tensão, que eleva a tensão através de um transformador, aplicando essa tensão no interior de cada luva, com um condutor não muito espesso devido a corrente ser baixa. A Figura 6 mostra o variador de tensão utilizado para o teste e, na Figura 7, pode-se observar o transformador.



Figura 5. Tensão aplicada no interior da luva



Figura 6. Variador de tensão



Figura 7. Transformador

Há uma conexão do variador de tensão ao transformador e depois até o condutor que está submerso dentro de cada luva, observado na Figura 8 para a empresa estudada.

O sensor detecta a corrente de fuga nas luvas, sendo, mostrada no variador de tensão, não devendo ultrapassar os limites estabelecidos pelo fabricante. O sensor de corrente de fuga pode ser visto na Figura 9.

As luvas reprovadas são detectadas através da corrente de fuga, onde é mostrado um valor alto devido à luva não fornecer muita resistência devido ao defeito na luva, com isso, o aplicador do teste detecta removendo as luvas e analisando-as, as luvas reprovadas são retiradas e cortadas um dos dedos da mesma para não haver possibilidade de utilização. Uma luva reprovada é mostrada na Figura 10.



Figura 8. Conexão transformador e condutor nas luvas



Figura 1. Sensor que detecta corrente de fuga



Figura 2. Luva reprovada.

As mangas isolantes são confeccionadas em borracha natural podendo ou não ser halogenadas. O processo de halogenação faz com que a manga se torne mais agradável ao tato. Podem ser divididas em cinco classes de isolamento e em dois tipos.

Com relação ao tipo, se dividem em:

- Tipo I – Não resistente ao ozônio;
- Tipo II – Resistente ao ozônio.

As mangas isolantes podem ser fabricadas com estilos A e B, como mostrado respectivamente nas Figuras 11 e 11 (COPEL, 20017).



Figura 3. Manga isolante do estilo A que é apresentada em forma reta.

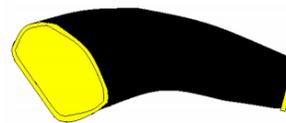


Figura 4. Manga isolante do estilo B que é apresentada na forma curvada.

As mangas apresentam uma isolação que pode ser verificadas na Tabela 5.

Classe da Manga	Tensão Máxima de Uso (kV)	Tensão de Ensaio AC (kV)	Tensão de Ensaio em DC (kV)
0	1	5	20
1	7,5	10	40
2	17	20	50
3	26,5	30	30
4	36	40	70

Tabela 5. Classes dos mangotes (COPEL, 2017)

As mangas isolantes devem ser ensaiadas a cada doze meses, ou quando se achar necessário em função de suspeita do isolamento oferecido pela ferramenta. Salienta-se que a manga isolante é uma forma de barreira usada pelo electricista e o protege do eventual contato com as partes elétricas energizadas, não sendo, portanto, classificada como ferramenta de contato mais sim como ferramenta de toque. Para a realização do ensaio de tensão aplicada, várias montagens são sugeridas, em função da classe de isolamento da manga e seu tipo.

Os ensaios das mangas apoiam-se nas normas ASTM D1051–95, *Standard Specification Rubber Insulating Sleeves* e NBR10623 (ABNT, 1989; ASTM, 2002; COPEL, 2017).

O teste deve ser realizado observando-se as seguintes condições:

- A manga deve estar limpa e seca sem o uso de estufa;
- A montagem física para ensaio da manga deve ser uma das quatro descritas adiante conforme esquemas das respectivas figuras;
- A manga não deve estar virada do avesso;

- Os níveis de água no recipiente e no interior da manga devem coincidir (quando for o caso);
- As partes da manga acima da linha da água ou não diretamente em contato com o eletrodo (áreas não submetidas diretamente a d.d.p.) devem estar secas;
- Devem ser mantidas as distâncias conforme Tabela 6, de acordo com a classe de tensão e tolerância (COPEL, 2017);
- O eletrodo deve atuar de modo a aplicar a tensão elétrica uniformemente sobre toda a área do ensaio sem produzir efeito corona em qualquer ponto ou esforços mecânicos na manga;
- A água utilizada no ensaio deve estar isenta de bolhas e materiais em suspensão;
- O ensaio deve ser realizado à temperatura ambiente (COPEL, 2017).

Assim, a Tabela 6 apresenta a distâncias entre os eletrodos de acordo com a classe de isolamento das mangas isolantes.

Tabela 6. Distância entre eletrodos em função da classe de isolamento da manga isolante (COPEL, 2017)

Classe da Manga	Tensão Máxima de Uso (kV)	Tensão de Ensaio AC (kV)	Tensão de Ensaio DC (kV)	Distância entre Eletrodos (mm)
0	1	5	20	76
1	7,5	10	40	76
2	17	20	50	127
3	26,5	30	30	178
4	36	40	70	254

A Montagem invertida (Tensões até 10kV CA ou 50kV CC):

- Inverter meia manga, puxando o punho através de sua parte interna até formar uma cuba anular;
- Mergulhar, parcialmente, a manga na água contida numa cuba, preenchendo com água o recipiente formado pela inversão da manga de modo que as extremidades (ombro e punho) permaneçam emersas (COPEL, 2017).

A montagem com a manga invertida é mostrada na Figura 13.

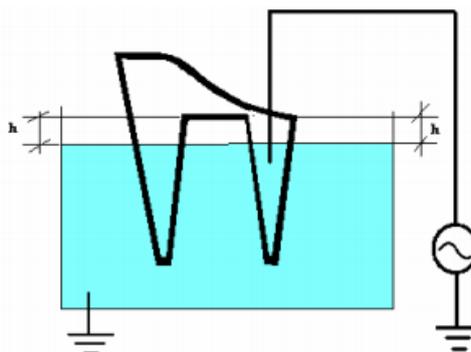


Figura 5. Montagem com manga invertida (COPEL, 2007)

A Montagem em U (Tensões até 10kV CA ou 50kV CC):

- Utilizar um cilindro de material não condutor, de peso específico maior que o da água para dobrar a manga, aproximadamente na linha média entre o punho e o ombro;

b) Mergulhar, parcialmente, a manga na água contida numa cuba, preenchendo com água o recipiente formado pela manga dobrada, de modo que as extremidades (ombro e punho) permaneçam emersas (COPEL, 2017). A montagem com a manga em U conforme Figura 14.

A Montagem Reta (Todas as Tensões):

a) Depositar uma camada de líquido de alta rigidez dielétrica sobre o fundo da cuba com profundidade de 100 mm aproximadamente. Tal líquido deve ter peso específico maior que o da água e deve ser insolúvel nesta;

b) Em seguida, sobre o referido líquido, colocar água até o nível desejado;

c) Mergulhar a extremidade do punho da manga na água, atingindo o líquido, até o valor de  $h$  recomendado para a classe de isolamento da manga, abaixo da superfície de separação entre os dois líquidos. O líquido separa e isola eletricamente a água contida internamente à manga da água contida externamente.

Observações:

- Alguns líquidos dielétricos são tóxicos, conseqüentemente, devem ser observadas as recomendações do fabricante;
- Um líquido dielétrico satisfatório é o triclorotrifluoretano (Freon – RB 113);
- Devem ser observados intervalos de tempo compatíveis entre montagem e execução do ensaio, e entre um ensaio e outro, tendo em vista a perda da rigidez dielétrica do líquido ao misturar-se com água;
- Pode ser necessário aumentar a profundidade de imersão da extremidade da manga (punho) no líquido dielétrico, nos ensaios com tensões mais elevadas (COPEL, 2017).

A montagem com a manga reta é mostrada na Figura 15.

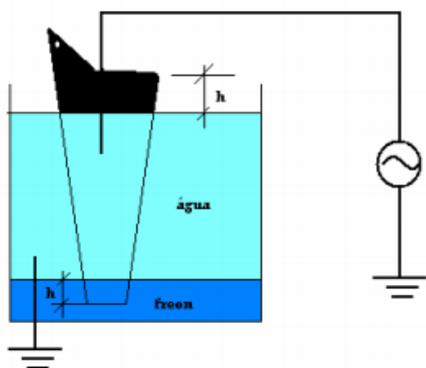


Figura 6. Montagem com manga reta (COPEL, 2007)

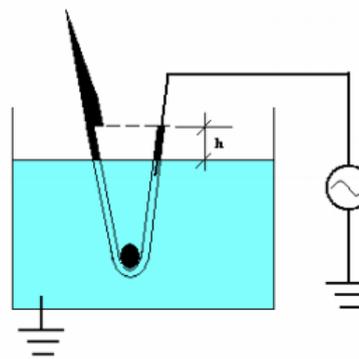


Figura 7. Montagem em U (COPEL, 2017)

Quanto à execução do teste devem ser observados seguintes pontos:

1. Preferencialmente deve-se realizar o ensaio de tensão aplicada e medida de corrente elétrica de fuga com forma de tensão igual a que se tem onde se aplica a ferramenta;
2. Antes de se realizar o ensaio deve-se limpar a luva interna e externamente com produtos neutros. Nunca usar derivados de petróleo em materiais confeccionados em borracha natural;
3. Para a realização do ensaio o material deve estar seco. Recomenda-se que a limpeza seja realizada 24 h antes do ensaio. Não utilizar estufa para secagem do material;
4. Após a realização do ensaio recomenda-se antes da utilização da ferramenta a secagem desta por 24 h;

5. Durante a limpeza inicial da manga, e após o ensaio, inspecionar visualmente esta, com o objetivo de verificar se existem fissuras, riscos, furos ou processos de degradação na ferramenta. Toda e qualquer alteração deve ser relatada no laudo de ensaio;
6. As condições ambientais consideradas ótimas para a realização do ensaio são umidade relativa igual ou inferior a 70% e temperatura ambiente entre 20°C e 25°C. O ambiente de ensaio deve estar limpo e isento de poeira ou particulado suspenso no ar. A não observação destas condições poderá produzir resultados não confiáveis;
7. A tensão deve ser aplicada como indicado na tabela 6, a uma taxa de 1 kV/s AC e 3 kV/s DC. Após atingir a tensão nominal de ensaio, a tensão deverá permanecer aplicada por um tempo de 3 minutos. Ao término deste tempo deve-se reduzir a tensão até 50% do valor aplicado com a mesma taxa de elevação, quando a fonte poderá ser desligada. O passo seguinte é realizar o aterramento da fonte.

Observação: Não ultrapassar o valor de tensão de ensaio especificado para cada classe de isolamento (COPEL, 2007).

## 5. Considerações Finais

Este trabalho apresentou a importância da aplicação da NR 10, com destaque para a utilização de EPI's (luvas e mangotes isolantes), que até então eram equipamentos dispensáveis nas atividades laborais relacionadas à energia elétrica. Pela norma, todos os trabalhadores que estejam em contato com áreas elétricas devem utilizar equipamentos de segurança. Com a introdução da NR 10, o setor elétrico nacional sofreu uma grande mudança, sentida principalmente pelas empresas privadas, que anteriormente à norma não protegiam a saúde física de seus funcionários. Essa mudança de mentalidade causada pela NR10 e as consequências de seu não cumprimento foi bem-vinda, uma vez que acidentes, principalmente do setor elétrico, podem acarretar até mesmo em mortes.

Desta forma, o crescimento da indústria de EPI's, esses equipamentos passaram a ter um controle rigoroso de qualidade, com detalhamento dos processos e testes sendo exigidos. Nesse sentido, esse trabalho mostrou detalhadamente as normativas referentes à classificação, uso, armazenamento, medidas e os ensaios necessários para os EPI's do tipo luva de isolamento.

Nestas luvas e mangotes, sua composição deve ser capaz de proteger contra descargas elétricas provenientes do contato com condutores ou equipamentos elétricos energizados, e deve estar de acordo com a NBR 10622. Para isto, as luvas de isolamento sofrer ensaios que atestam o nível de proteção indicado pelos fabricantes.

Antes de atividades que necessitam da utilização de luvas e mangotes isolantes, deve-se realizar uma inspeção visual, de modo a possibilitar a identificação de irregularidades no material das luvas, como rompimento dielétrico, rachaduras de idade e ozônio, depressões ou reentrâncias, mudança de coloração, protuberância, *etc.* Quando em campo, também se recomenda a inflagem manual das luvas, a fim de detectar demais anormalidades na forma. Posteriormente, tem-se que o ensaio mais utilizado é o de tensão elétrica aplicada em CA ou CC com medição de corrente de fuga. Finalmente, o desenvolvimento do trabalho é encerrado com o descritivo dos testes que devem ser realizados para averiguação da qualidade e adequação das luvas e mangotes isolantes.

Por fim, futuros trabalhos podem ser realizados por meio da avaliação de outros EPIs comumente utilizados pelos trabalhadores, como mantas, mangas e capacetes. Para isso, o desenvolvimento ocorrerá da mesma forma como mostrado nessa monografia, apresentando os testes exigidos pelas normativas e realizando os ensaios pertinentes.

## Referências

- ABNT. **NBR 16023 - Mangas Isolantes de Borracha**. Rio de Janeiro, BR: [2014].
- ABNT. **NBR 16295:2014**. Rio de Janeiro, BR: [2014].
- ABNT. **NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Rio de Janeiro, BR: [2010].
- ABNT. **NR-6 - Equipamento de Proteção Individual - EPI**. Rio de Janeiro, BR: [2010.].
- ASTM. **ASTM F1959 / F1959M - 99: Standard Test Method for Determining the Arc Thermal Performance Value of Materials for Clothing**. West Conshohocken, PA, EUA: [s.n.].
- ASTM. **ASTM F1236** - Standard Guide for Visual Inspection of Electrical Protective Rubber Products. Philadelphia, USA: [s.n.].
- ASTM. **ASTM D1051 - 95**. West Conshohocken, PA, EUA: [s.n.].
- ATLAS. **Segurança e medicina do trabalho**. 79. ed. São Paulo, BR: Editora Atlas, 2017.
- BASSETTO, P. et al. NR-10: **Segurança no trabalho com eletricidade**. XI Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial. Anais...Campo Mourão, Brasil: UNESPAR, 2017.
- BATISTA, A. C. R.; BORBA, D. W. **Efeito do Envelhecimento Térmico em Luvas Confeccionadas em Material Elastomérico**. [s.l.] Universidade Federal do Paraná (UFPR), 2011.
- COPEL. **Manutenção de Ferramentas e Equipamentos de Distribuição**. Curitiba, 2017.
- DA SILVA, L. G. G.. **A Educação e a Segurança do Trabalho em Eletricidade Frente à Norma Regulamentadora NR-10**. [s.l.] Universidade Metodista de São Paulo (UMESP), 2009.
- IEC. IEC 60903:2014 - **Live working - Electrical insulating gloves**. Genebra, Suíça: [s.n.].
- MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho**. Brasília, BR: [s.n.].
- MTE. **Portaria 451/2014**. Acesso em: 20 ago. 2018.
- MTE. **Certificado de Aprovação – CA**. Acesso em: 18 out. 2018.
- PARISE, G.. **A summary of the IEC protection against electric shock**. IEEE Transactions on Industry Applications, v. 34, n. 5, p. 911–922, 1998.
- SOUZA, R. F. DE; CARRARA, H.; FINOCCHIO, M. A. F.. **Roupa de proteção contra queimaduras por arcos elétricos**. Exposição da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – EXPO UT 2009. Anais. Ponta Grossa, PR, BR: UTFPR-PG, 2009.