



**Universidade Federal de Campina Grande**

**Centro de Engenharia Elétrica e Informática**

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

DANILO DE SOUSA MEDEIROS

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO**

Campina Grande, Paraíba  
maio de 2013

DANILO DE SOUSA MEDEIROS

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de Estágio supervisionado submetido à  
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da  
Universidade Federal de Campina Grande como  
parte dos requisitos necessários para a obtenção do  
grau de Bacharel em Ciências no Domínio da  
Engenharia Elétrica.*

Local de Estágio: Laboratório de Alta Tensão da UFCG

Orientador:

Professor George Rossany Soares de Lira

Campina Grande, Paraíba  
maio de 2013

DANILO DE SOUSA MEDEIROS

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Local de Estágio: Laboratório de Alta Tensão da UFCG

Aprovado em        /        /

**Professor Avaliador**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

**Professor George Rossany Soares de Lira, D. Sc.**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UFCG

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pela minha vida e pelo dom da perseverança, que me permitiu concluir este trabalho.

Agradeço meus pais, Claudiano e Liriíses, por terem se esforçado tanto para me proporcionar uma boa educação, por terem me alimentado com saúde, força e coragem, as quais que foram essenciais para superação de todas as adversidades ao longo desta caminhada.

Agradeço também a meus irmãos, Laíz e Kaique, que com todo carinho e apoio, não mediram esforços para eu chegar a esta etapa da minha vida.

Agradeço ao coordenador o Laboratório de Alta Tensão, professor Genoilton C. Almeida, pela oportunidade e pelos diversos ensinamentos ao longo do estágio.

Agradeço ao meu orientador, professor George Rossany S. de Lira, pela orientação durante o estágio, pela paciência e por sempre estar a disposição para minhas duvidas.

Agradeço a toda equipe do Laboratório, por toda a experiência transmitida.

Agradeço a minha namorada, que sempre incentivou e me apoiou, principalmente na reta final do curso.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ensaio de coberturas circulares.....	11
Figura 2 - Coberturas circulares reprovadas.....	12
Figura 3 - Ensaio em coberturas para condutor.....	12
Figura 4 - Ensaio em Lençol isolado.....	13
Figura 5 - Lençol reprovado.....	13
Figura 6 - Detalhe do eletrodo de guarda.....	14
Figura 7 - Ensaio em bastão de manobra.....	15
Figura 8 - Ensaio elétrico de escadas isolantes.....	15
Figura 9 - arranjo para ensaio de tração em escadas.....	16
Figura 10 - Escada reprovada em ensaio de tração.....	16
Figura 11 - Ensaio em banquetta isolante.....	17
Figura 12 - Ensaio em luva isolante de borracha.....	18
Figura 13 - Luva reprovada em ensaio elétrico.....	18
Figura 14 - Esquema e montagem invertida para ensaio de mangas isolantes.....	19
Figura 15 - Detalhe de manga reprovada.....	20
Figura 16 - Ensaio em by-pass.....	20
Figura 17 - Ensaio em cuba isolante.....	21
Figura 18 - Placa de dados das cestas aéreas.....	22
Figura 19 - Esquema para ensaio de cesta aérea tipo B.....	22
Figura 20 - Esquema para ensaio em cesta aérea categoria C.....	23
Figura 21 - Seccionador móvel com as pontas de provas - motor para abertura e fechamento da chave ...	24
Figura 22 - Fechamento de seccionador.....	26
Figura 23 - Abertura do seccionador.....	26
Figura 24 - Abertura do seccionador, corrente passando pelo zero.....	26
Figura 26 - Arranjo de ensaio de Bastão e linha de mão isolante a 30 cm.....	27

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Limites de corrente de fuga para bastões de manobra .....	15
Tabela 2. Altura da parte emersa para o ensaio em tensão aplicada CA .....	17
Tabela 3. Propriedades elétricas para CA.....	18
Tabela 4 - Tensões de ensaio e de uso em mangas isolantes .....	19
Tabela 5. Ensaio elétrico periódico para ensaio de cestas aéreas isoladas (categorias A e B).....	23
Tabela 6. Ensaio elétrico periódico para ensaio de cestas aéreas isoladas (categoria C).....	23
Tabela 7. Dados referente ao 6º ensaio.....	28
Tabela 8. Dados referente ao 10º ensaio.....	28
Tabela 9. Dados referentes ao 12º ensaio .....	29
Tabela 10. Dados referentes ao 16º ensaio .....	29
Tabela 11. Dados referentes ao 20º ensaio .....	29

# SUMÁRIO

1	Introdução.....	8
2	Laboratório de Alta Tensão - LAT.....	9
2.1	Salão de Alta Tensão .....	9
3	Atividades realizadas.....	10
3.1	Ensaio em Equipamentos de Manutenção em Linha Viva .....	10
3.1.1	Coberturas Circulares .....	11
3.1.2	Coberturas para condutor em PVC e emborrachadas .....	12
3.1.3	Lençóis Isolantes .....	12
3.1.4	Bastões de Manobra.....	13
3.1.5	Escadas Isoladas .....	15
3.1.6	Banqueta Isolada.....	16
3.1.7	Luvas Isolantes .....	17
3.1.8	Mangas Isolantes .....	19
3.1.9	Condutor isolado para <i>jampear</i> ( <i>By-Pass</i> ).....	20
3.1.10	Cubas Isolantes ( <i>Liners</i> ).....	21
3.1.11	Ensaio em Cesta Aérea.....	21
3.2	Ensaio em Seccionador Móvel.....	24
3.2.1	Resultados.....	25
3.3	Ensaio em Linha de Mão Isolante.....	27
3.3.1	Resultados.....	28
4	Conclusão .....	30
	Bibliografia.....	31
	ANEXO A.....	32

# 1 INTRODUÇÃO

Devido a grande dependência do homem pela eletricidade, é fundamental que o sistema elétrico opere da melhor forma possível e com menor número de interrupções. Para garantir o constante funcionamento do sistema elétrico as manutenções da rede são geralmente realizadas com elas energizadas. Para garantir a segurança dos operadores os equipamentos utilizados nessas intervenções devem ser constantemente ensaiados. O Laboratório de Alta tensão da UFCG é regularmente solicitado para realizar ensaios em diversos equipamentos para várias empresas do setor elétrico. Dentre esses equipamentos destacam-se os equipamentos utilizados na operação de redes energizadas, e os equipamentos de proteção individual e coletiva.

Durante a realização do estágio no Laboratório de Alta Tensão da UFCG, o estagiário participou de diversas atividades práticas e discussões com professores, que serviram para fixar ainda mais o conteúdo aprendido ao longo do curso.

Neste relatório é apresentado as atividades realizadas pelo estagiário e os métodos utilizados pelo LAT para os ensaios elétricos de equipamentos utilizados em linhas vivas. O estagio teve início no dia 17 de dezembro de 2012 e conclusão em 10 de maio de 2013, com uma carga horária de 330 horas.

---



## 2 LABORATÓRIO DE ALTA TENSÃO - LAT

O Laboratório de Alta Tensão (LAT) começou a ser implantado em 1974, graças a uma associação de recursos nacionais com os de algumas cooperações técnicas internacionais. Hoje, é na sua especialidade, o laboratório melhor equipado do Norte-Nordeste do país, com uma área construída de 1.050 m<sup>2</sup>.

O LAT possui equipamentos sofisticados, e um corpo técnico formado por docentes-pesquisadores, engenheiros e técnicos dos mais qualificados e experientes.

Nos últimos 25 anos, foi realizado um grande número de ensaios elétricos, de recebimentos e pós-reparos eletromecânicos, além de apoio às pesquisas de desenvolvimento de equipamentos. Várias empresas, a exemplo da CHESF, PETROBRÁS, CEAL, ALCACE, entre outras, têm solicitado os serviços do LAT.

Atualmente o LAT é composto pelos seguintes ambientes de laboratório: Sala do Laboratório de Materiais Elétricos, Salão de Alta Tensão, Sala do Gerador de Impulso de Corrente, Sala do Kit de Alta Tensão, Sala do Laboratório de Descargas Parciais, Sala do Laboratório de Instalações Elétricas.

Dentre os equipamentos mais importantes do LAT, estão os transformadores de potencia ligados em cascata que permitem a geração de até 600 kV, em corrente alternada, o gerador de impulsos de alta tensão, 700 kV e 36 kJ, gerador de impulsos de alta corrente, kit didático para alta tensão, Digitalizador de formas de onda, Detector de descargas parciais, Ponte Schering e capacitores padrão.

### 2.1 SALÃO DE ALTA TENSÃO

O Salão de alta tensão é um dos principais ambientes do LAT, foi no neste salão que foram realizadas a maioria das atividades deste estagiário. É no salão do LAT que fica localizado os transformadores que conectados em cascata atingem até 600 kV, porem o regulador de tensão deste transformador esta em manutenção e não esta sendo usado. Para a realização dos ensaios é utilizado um transformador menor, podendo

chegar a 120 kV. Para medir a tensão utiliza-se um divisor de tensão capacitivo,. Na cabine de medição encontra-se a mesa de controle, onde além de operar os transformadores fazem-se as medições que forem necessárias.

### 3 ATIVIDADES REALIZADAS

No decorrer deste capítulo serão apresentadas as atividades que foram realizadas ao longo do estágio.

#### 3.1 ENSAIOS EM EQUIPAMENTOS DE MANUTENÇÃO EM LINHA

##### VIVA

Para o bom funcionamento do sistema elétrico brasileiro, este precisa de constante manutenção e em grande parte, esta é feita com a rede energizada. Devido ao alto índice de riscos de acidentes envolvendo linhas energizadas e visando garantir a segurança dos operadores destas, os equipamentos de proteção tanto individual como coletivo devem ser ensaiados em laboratórios antes de serem usados no campo, e também devem ser ensaiados após algum tempo de uso, verificando assim seu desgaste.

São realizados principalmente dois tipos de ensaios: corrente de fuga e ensaio de tensão aplicada. No primeiro, são realizados testes de corrente de fuga, em que a corrente medida deve ser inferior ao valor estabelecido nas normas que regulamentam o ensaio de cada equipamento. Medindo-se a corrente sabe-se então se o equipamento foi aprovado ou não. No ensaio de tensão aplicada, como o nome sugere, é aplicado no equipamento uma tensão por um determinado tempo (geralmente 1 minuto) e observa-se se o equipamento suporta a tensão sem se danificar. Este tipo de ensaio geralmente detecta furos e outras inconformidades em equipamentos plásticos ou de borracha.

Diversos foram os equipamentos ensaiados no LAT. Cada equipamento tem uma estrutura e procedimento diferente para sua realização. A seguir será explicitado os procedimentos realizados para os ensaios realizados em cada tipo de equipamento.

### 3.1.1 COBERTURAS CIRCULARES

Existem diferentes Coberturas de Proteção para trabalhos em Linha Viva, algumas delas foram ensaiadas no LAT.

- Coberturas Protetoras para Postes;
- Coberturas Protetoras Circulares;
- Coberturas Protetoras para Cruzetas;
- Coberturas Protetoras para Condutor.

As coberturas protetoras para postes são usadas para proteção na instalação ou troca de postes. Para facilitar o manuseio possuem cordas sintéticas que auxiliam na inserção e remoção da mesma no poste.

As coberturas circulares tem uma grande aplicabilidade e são utilizadas para a proteção das extremidades dos postes, proteção das cruzetas, proteção dos para-raios, etc.

Existem coberturas de diversos tamanhos, seus diâmetros variam de 100 à 300 mm, sendo este último utilizado em coberturas para postes.

As coberturas circulares são ensaiadas utilizando dois eletrodos, um circular, que será envolvido pela cobertura e outro que é colocado externamente. O eletrodo circular interno é aterrado, e o outro que fica sob a cobertura é conectado a alta tensão. Na Figura 1 é apresentado o arranjo utilizado para ensaios nas coberturas circulares.



Figura 1- Ensaio de coberturas circulares.

O objetivo do ensaio é verificar se a cobertura ainda esta em condições de uso, assim, se na superfície da cobertura houver algum defeito, com o ensaio da tensão aplicada esse será notado e a cobertura reprovada, na Figura 2 observam-se coberturas reprovadas. Caso a cobertura suporte 20 kV durante 60 segundos, a cobertura será aprovada. A tensão de operação dessas é 13.8 kV fase-fase.

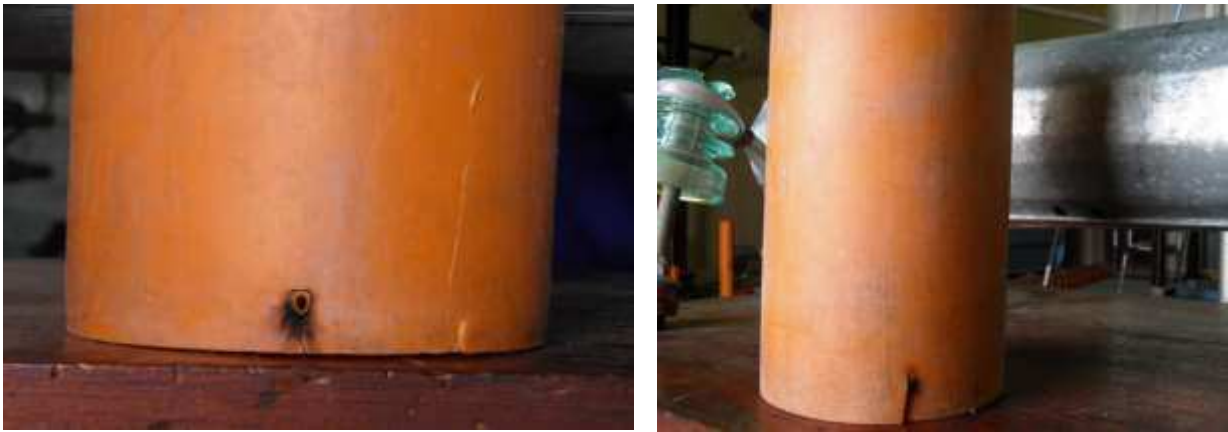


Figura 2 - Coberturas circulares reprovadas.

### 3.1.2 COBERTURAS PARA CONDUTOR EM PVC E EMBORRACHADAS

Com exceção dos eletrodos utilizados, os ensaios em coberturas para condutores são similares. Utiliza-se duas barras de ferro em paralelo que são conectadas ao terra, e para aplicar alta tensão é utilizado um eletrodo de zinco no formato da cobertura em PVC, e para as coberturas emborrachadas utiliza-se papel alumínio. Na Figura 3 pode-se observar o arranjo utilizado nas coberturas para condutor.



Figura 3 - Ensaio em coberturas para condutor.

### 3.1.3 LENÇÓIS ISOLANTES

Existem vários modelos de lençol isolante, cada um com uma aplicação diferente. O lençol pode ser sem entalhe, com um entalhe ou com três entalhes. Sua classe de isolamento divide-se em 0, 1, 2, 3 e 4. A norma que regulamenta os ensaios em lençóis isolantes para serviço em redes energizadas é a ASTM D178.

No lençol realiza-se o teste de tensão aplicada, para isso, utilizam-se duas chapas metálicas, uma colocada em baixo do lençol e outra em cima, como pode ser observado na Figura 4. A chapa que esta em baixo é maior que o lençol e é aterrada, a chapa usada em cima depende da geometria do lençol, e nela é aplicada alta tensão.



Figura 4 - Ensaio em Lençol isolado.

O lençol é considerado aprovado se suportar a tensão aplicada durante 60 segundos sem que ocorra perfuração, caso contrario será reprovado. Na Figura 5 observa-se um lençol reprovado no ensaio.

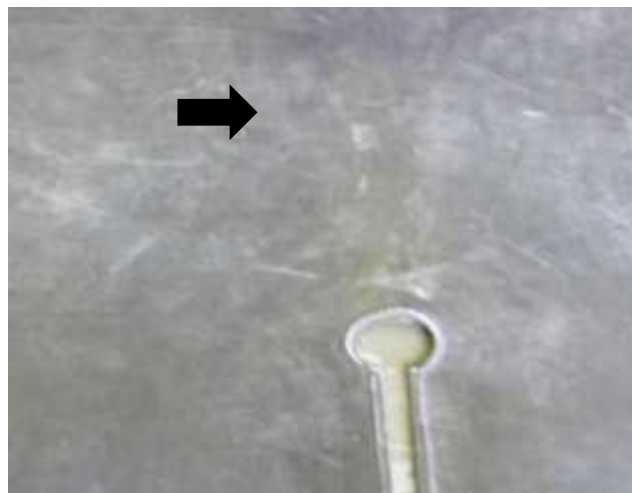


Figura 5 - Lençol reprovado.

#### 3.1.4 BASTÕES DE MANOBRA

Os bastões de manobras são ferramentas muito utilizadas principalmente nas linhas de 69 kV, onde é aplicada o método de trabalho a distância. Existem diversos

tipos de bastão, com diversos diâmetros. A norma brasileira utilizada nos ensaios dos bastões é a NBR 11854.

Existe diversos tipos de bastões, cada um com funções específicas, dentre eles tem-se: bastão pega tudo, bastão garra, bastão de tração com espiral, bastão de tração com torniquete, bastão universal e outros. Este tipo de ensaio é também usado em ferramentas isoladas confeccionadas em fibra de vidro como o tesourão e a catraca.

Nestes equipamentos é realizado o ensaio de corrente de fuga, em que aplica-se uma tensão de 100 kV durante 1 minuto, em uma amostra de 300 mm do bastão, e mede-se a corrente de fuga. Na Figura 6 pode se observar em detalhe o eletrodo de guarda, usado para minimizar a interferência de correntes parasitas na medição é feito de latão e tem formato circular.

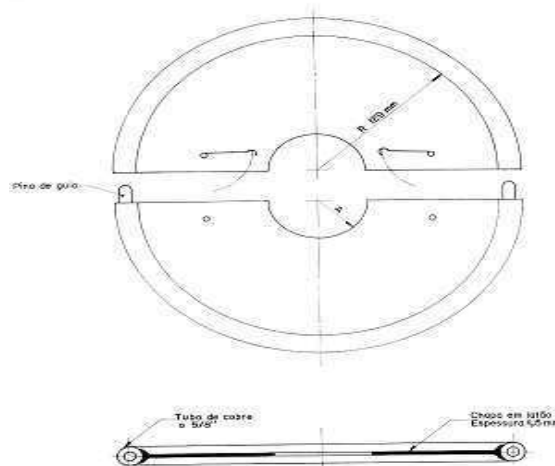
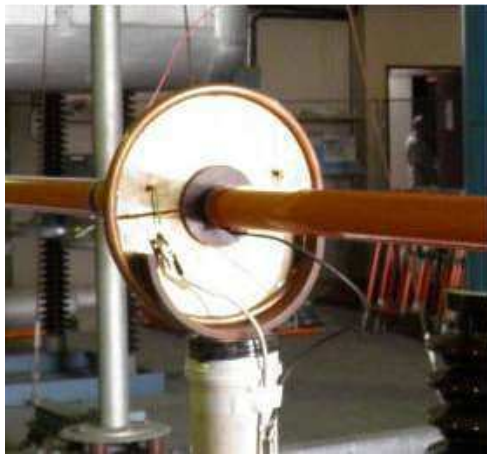


Figura 6 - Detalhe do eletrodo de guarda.

Quando o equipamento ensaiado é menor que 300 mm, o ensaio é realizado aplicando 50 kV em uma amostra de 150 mm.

Na Figura 7, estão ilustrados as estruturas utilizadas no ensaio do bastão de manobra no laboratório e o proposto pela norma, percebe-se uma grande similaridade.

O eletrodo de guarda é conectado ao terra, e para medir a corrente de fuga superficial no bastão é utilizado uma lamina de alumínio como eletrodo que é conectado por um cabo blindado a um dispositivo auxiliar, utilizado para medições (caixa seletora de canais). Para aplicar a tensão de forma uniforme em toda a circunferência do bastão, também utiliza-se uma lâmina de alumínio.

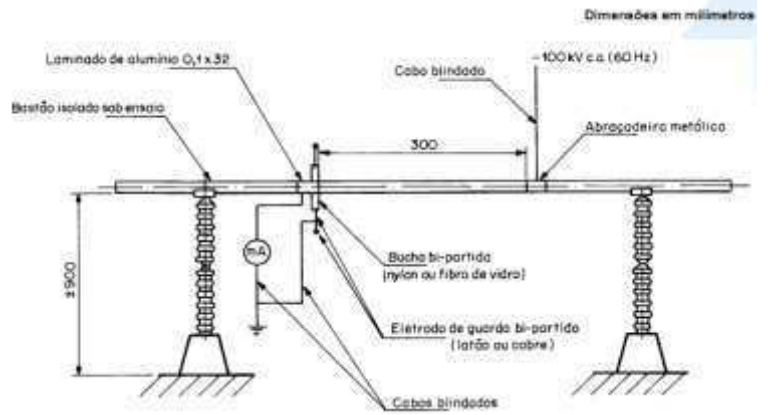


Figura 7 - Ensaio em bastão de manobra.

Existem bastões de diversos diâmetros, e para cada diâmetro tem-se a máxima corrente de fuga permitida.

Tabela 1. Limites de corrente de fuga para bastões de manobra

	<b>Diâmetro (mm)</b>	<b>32</b>	<b>38</b>	<b>51</b>	<b>64</b>
<b>Tensão 100 kV</b>	Corrente I1 (uA)	10	12	15	20
<b>Tensão 50 kV</b>	Corrente I2 (uA)	5	6	8	10

### 3.1.5 ESCADAS ISOLADAS

As escadas usadas em linhas energizadas podem ser simples ou extensíveis, com longarinas duplas. Para realizar o ensaio elétrico nas escadas, é necessário apoiá-las em duas estruturas isolantes, desde que seus tamanhos respeitem os limites de isolamento para a tensão aplicada, essas estruturas podem ser andaimes isolados, cubas isolantes, mesas, etc. O ensaio elétrico realizado nas escadas, é o ensaio da corrente de fuga total, a tensão é aplicada em uma extremidade e mede-se a corrente na outra. Nas escadas extensíveis mede-se a corrente em dois locais: no meio e no fim da escada. Na Figura 8 pode-se observar o arranjo do ensaio.



Figura 8 - Ensaio elétrico de escadas isolantes.

Realizou-se também um ensaio de tração em uma escada que passou por reparos após sofrer significativos danos a sua estrutura. Para realização deste ensaio utilizou-se um dinamômetro e uma catraca. Com a escada apoiada em andaimes colocou-se em seu centro o dinamômetro e nesse a corrente da catraca, a outra extremidade da catraca foi fixada no chão. De acordo com a NBR 14540 deve-se aplicar 250 daN ( $1 \text{ daN} = 10 \text{ N} \approx 1,02 \text{ kg}$ ) e a deflexão não deve ser superior à 280 mm. Na figura 9 pode-se observar o arranjo utilizado, com detalhe na catraca utilizada para exercer o esforço mecânico.



Figura 9 - Arranjo para ensaio de tração em escadas.

Porém, a escada partiu-se antes de ser aplicada toda a carga estabelecida pela norma (Figura 10).



Figura 10 - Escada reprovada em ensaio de tração.

### 3.1.6 BANQUETA ISOLADA

A banqueta é um equipamento que tem como finalidade isolar o operador do solo durante operação do guindauto (caminhão equipado com guindaste, utilizado na instalação de postes) em linhas energizadas. O ensaio que realiza-se nas banquetas é o



ensaio de tensão aplicada. A banqueta é colocada sobre um eletrodo conectado a terra, e a tensão é aplicada em sua parte superior. Na Figura 11 é visto o arranjo para ensaio deste equipamento. A banqueta é aprovada no ensaio se durante 1 minuto, com a tensão aplicada, não ocorrerem descargas.



Figura 11 - Ensaio em banqueta isolante.

### 3.1.7 LUVAS ISOLANTES

As luvas são ensaiadas conforme a NBR 10622. Elas são diferenciadas pelas suas classes e tipos. As classes indicam a tensão nominal de trabalho e de ensaios, e o tipo indica se a luva é resistente ou não ao ozônio.

Para realizar o ensaio da luva, a mesma é colocada dentro de um recipiente com água, obedecendo as distâncias estabelecidas na Tabela 2, e observando que o nível de água da parte exterior e interior da luva devem coincidir. Depois, coloca-se o eletrodo com alta tensão dentro da luva, e mede-se a corrente de fuga na parte externa à luva. Na Figura 12 tem-se o esquema utilizado para o ensaio das luvas.

Tabela 2. Altura da parte emersa para o ensaio em tensão aplicada CA

Classe das luvas	Altura da parte emersa (mm)
00	38
0	38
1	38
2	64
3	89
4	127

A tensão é aplicada sob a luva durante 1 minuto, e a corrente de fuga é medida no início e no fim do ensaio.

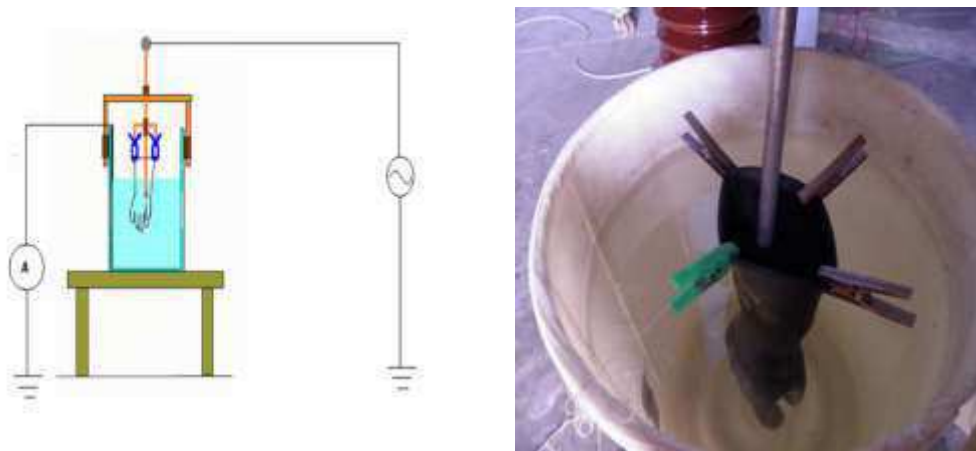


Figura 12 - Ensaio em luva isolante de borracha.

Para cada classe tem-se os níveis de tensão que devem ser aplicados e os respectivos valores de corrente de fuga permitidos. Na Tabela 3 estão expostos os níveis de tensão e de correntes de fuga para cada classe de luva.

São reprovadas as luvas cuja corrente de fuga for superior ao valor estabelecido pela norma, ou que durante a execução do ensaio apresente ruptura do material.



Figura 13 - Luva reprovada em ensaio elétrico.

Tabela 3. Propriedades elétricas para CA.

Classe das luvas	Tensão de ensaio (Valor	Tensão máxima de uso Tensão	Tensão mínima de perfuração	Corrente máxima de fuga (mA)
------------------	-------------------------	-----------------------------	-----------------------------	------------------------------

	eficaz) (V)	de linha (Valor eficaz) (V)	(Valor eficaz) (V)	Luva de 267mm	Luva de 356mm	Luva de 406mm	Luva de 457mm
<b>00</b>	<b>2500</b>	<b>500</b>	<b>5000</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>14</b>
<b>0</b>	<b>5000</b>	<b>1000</b>	<b>6000</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>16</b>
<b>1</b>	<b>10000</b>	<b>7500</b>	<b>20000</b>	-	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>20000</b>	<b>17000</b>	<b>30000</b>	-	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>30000</b>	<b>26500</b>	<b>40000</b>	-	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>40000</b>	<b>36000</b>	<b>50000</b>	-	-	<b>22</b>	<b>24</b>

### 3.1.8 MANGAS ISOLANTES

A manga isolante é um equipamento de proteção utilizado pelos eletricitistas para protegê-los de eventuais contatos com a linha viva. As mangas são classificadas em cinco categorias diferentes de acordo com o nível de tensão expostos na Tabela 4. As mangas resistente a ozônio são do tipo II, as demais, tipo I.

*Tabela 4 - Tensões de ensaio e de uso em mangas isolantes.*

Classe das Mangas	Tensão de ensaio (Valor eficaz) (V)	Tensão máxima de uso Tensão de linha (Valor eficaz) (V)
<b>0</b>	<b>5000</b>	<b>1000</b>
<b>1</b>	<b>10000</b>	<b>7500</b>
<b>2</b>	<b>20000</b>	<b>17000</b>
<b>3</b>	<b>30000</b>	<b>26500</b>
<b>4</b>	<b>40000</b>	<b>36000</b>

De acordo com a NBR 10623, as mangas podem ser ensaiadas de 4 métodos diferentes: montagem invertida, montagem em U, montagem reta e montagem com esponja molhada. A montagem invertida, utilizada no LAT pode ser observada na Figura 14.

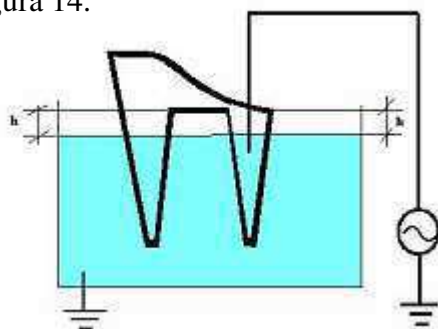


Figura 14 - Esquema e montagem invertida para ensaio de mangas isolantes.

As mangas devem suportar a tensão aplicada durante 1 minuto sem que ocorra ruptura do material. Caso a manga não suporte a tensão, será reprovada, na Figura 15 pode-se observar uma manga reprovada em ensaio.



Figura 15 - Detalhe de manga reprovada.

### 3.1.9 CONDUTOR ISOLADO PARA JAMPEAR (BY-PASS)

O *by-pass* é um *jumper* provisório, utilizado quando deseja-se fazer a manutenção em algum equipamento, ou seja preciso cortar/desconectar algum condutor, sem desligar a rede.

O ensaio de *by-pass* é realizado para testar a isolamento do cabo, para isso utiliza-se um recipiente com água. Os cabos isolados ficam imersos na água que esta dentro do reservatório conectado ao terra, e os grampos metálicos são fixados em um eletrodo que esta conectado na alta tensão, conforme a figura 16 Assim, caso haja alguma falha na isolamento do cabo, este é detectado.

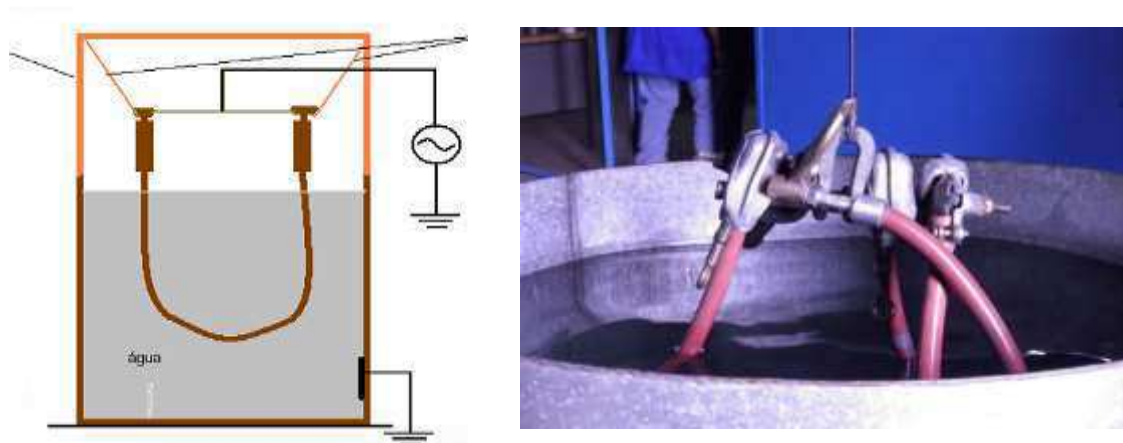


Figura 16 - Ensaio em by-pass.

### 3.1.10 CUBAS ISOLANTES (*LINNERS*)

O *linner* fica em cima do caminhão, e é usado como cuba isolante para o ser humano, quando este tem que ser elevado do caminhão até a linha.

Assim como as luvas e as mangas, os *linners* são ensaiados utilizando a água como condutor. A alta tensão é aplicada no interior da cuba, e a parte externa é conectada ao terra. A cuba será aprovada se durante 1 minuto não ocorrer descarga disruptiva ou a ruptura do material. Na figura 17 pode observar o arranjo utilizado.

Para ajudar no processo de enchimento e esvaziamento da cuba, devido seu grande volume, utiliza-se uma bomba d'água submersa.



Figura 17 - Ensaio em cuba isolante.

### 3.1.11 ENSAIO EM CESTA AÉREA

Muitas vezes, para efetuar manutenção nas redes energizadas, utiliza-se a cesta aérea. A cesta aérea é um equipamento acoplado a um caminhão, que permite elevar o operador ao local do trabalho. As cestas são classificadas de acordo com a sua categoria de isolamento, podem ser A, B ou C.

As cestas da categoria A são projetadas para trabalho em que a lança é considerada como isolamento primário, para trabalho com a mão nua, e que deve ter todos os componentes condutivos da extremidade do braço interligados entre si para torna-los equipotentes. As cestas da Categoria B são projetados para trabalhos em que a lança não é considerada de isolamento primário, mas secundário, como os que usam luvas isolantes de borracha. Elas devem ser classificadas em classes de tensão superiores a 46 kV. Assim como as cestas da categoria B, as cestas da categoria C

também são projetados para isolamento secundário, porém para níveis de tensão inferiores a 46 kV.

Nas lanças são encontradas as placas com os dados das cestas aéreas. Na Figura 18 pode-se observar uma dessas placas, informando o modelo, ano de fabricação, altura e categoria de isolamento. As cestas da categoria C e B são respectivamente as mais comuns em ensaios no LAT, será exposto em seguida como são realizados esses ensaios.



Figura 18 - Placa de dados das cestas aéreas.

Para o ensaio das cestas de categoria B, a tensão é aplicada na cesta e mede-se a corrente de fuga na lança isolada e nas linhas hidráulicas. Durante a realização do ensaio o chassi do caminhão deve permanecer aterrado. É verificada a continuidade em todas as partes metálicas, caso em alguma conexão não haja continuidade, essa deve ser curto-circuitada, garantindo a continuidade. Na figura 19 é mostrado o esquema para ensaios das cestas aéreas tipo B.

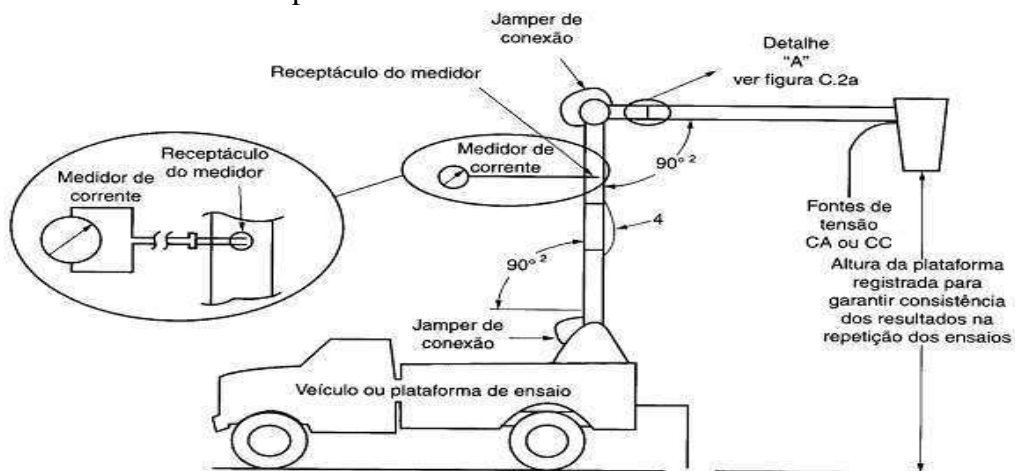


Figura 19 - Esquema para ensaio de cesta aérea tipo B.

Os valores de tensão aplicada e corrente de fuga permitidos para ensaios em cestas das categorias A e B estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Ensaio elétrico periódico para ensaio de cestas aéreas isoladas (categorias A e B)

Qualificação da unidade		Ensaio em CA 60 Hz		
Tensão de Aplicação kV	Tensão kV eficaz	Corrente máxima permitida $\mu$ A	Tempo mim	
46 e Abaixo	40	40	1	
69	60	60	1	

Para a cesta aérea do tipo C, a tensão é aplicada na cesta e mede-se a corrente de fuga na lança isolante e na carcaça do caminhão. Assim como no ensaio das cestas de categoria B, deve-se observar a continuidade nas conexões. Na figura 20 é mostrado o esquema para ensaios das cestas aéreas tipo C.

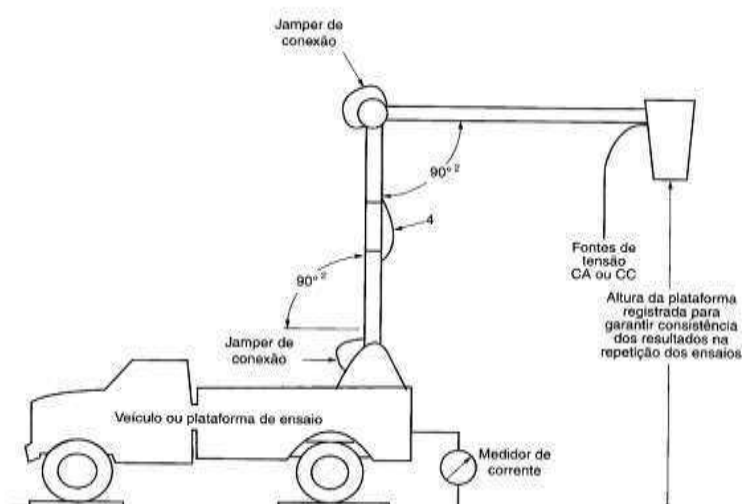


Figura 20 - Esquema para ensaio em cesta aérea categoria C

Os valores de tensão aplicada e corrente de fuga permitidos para ensaios em cestas das categoria C estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Ensaio elétrico periódico para ensaio de cestas aéreas isoladas (categoria C)

Qualificação da unidade		Ensaio em CA 60 Hz		
Tensão de Aplicação kV	Tensão kV eficaz	Corrente máxima permitida $\mu$ A	Tempo mim	
46 e Abaixo	40	400	1	

## 3.2 ENSAIO EM SECCIONADOR MÓVEL

O Seccionador Móvel RITZ/(FLV18171-1) é um equipamento que permite que a intervenção seja feita com segurança, sem desligar a linha de transmissão. Toda a solução foi desenvolvida de maneira a facilitar a montagem em campo pelas equipes de linha viva, mantendo a rotina de utilização dos andaimes isolantes e suas distâncias de segurança.

O Seccionador Móvel é um equipamento com estrutura isolante e comando a distância que possibilita a desconexão e conexão de TPC (Transformadores de Potencial Capacitivo) em barramentos e terminais de linhas de transmissão energizados de subestações de 230 a 500kV, que associado a técnicas de linha viva, permite manutenção ou substituição dos equipamentos sem necessidade de desligar os circuitos. Este seccionador apresenta acionador remoto, podendo efetuar manobras a distância.

Para a utilização do Seccionador Móvel é necessário um Andaime Modular Isolante que deve ser adquirido separadamente. Na Figura 21 pode-se observar o seccionador montado no salão do LAT, e em detalhe o motor utilizado na abertura e fechamento da chave.



Figura 21 – Seccionador móvel com as pontas de provas - motor para abertura e fechamento da chave.

Foi realizado no salão de alta tensão do LAT a montagem do seccionador sobre os andaimes isolados, em seguida, realizou-se os ensaios do seccionador móvel (FLV18171-1). A CHESF solicitou o ensaio deste seccionador com o intuito de analisar a tensão transitória no momento de abertura e fechamento da chave. Para aquisição dos dados do ensaio foi utilizado um osciloscópio com pontas de provas de alta tensão colocadas nos terminais das chaves. Devido as limitações das pontas de prova foi aplicado no terminal do seccionador apenas 10 kV.



Para ensaiar o seccionador em carga, utilizaram-se capacitores. O ensaio foi realizado em 2 situações. Na primeira, a chave foi conectada a 3 capacitores de 6 nF em série, ficando assim com uma carga de 2 nF após varias medições, realizou-se o ensaio com apenas um capacitor conectado ao circuito.

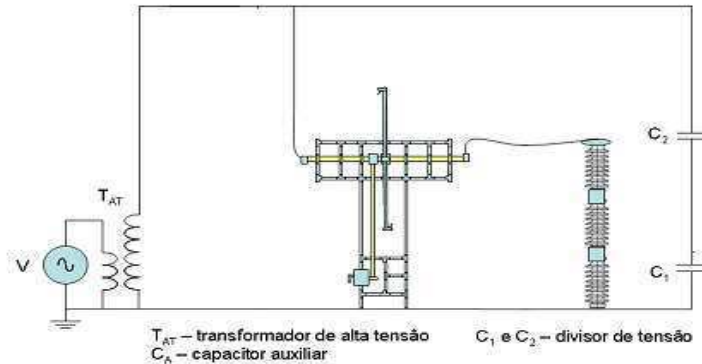


Figura 22 - Esquema utilizado para realização de ensaios no seccionador.

### 3.2.1 RESULTADOS

Os primeiros ensaios foram realizados com os 3 capacitores em série (carga de 2 nF), na figura 22 observa-se o momento em que a chave foi fechada. A figura 23 mostra o transitório no momento de abertura da chave, percebeu-se, conforme esperado, que o transitório na abertura é superior ao do fechamento.

Em seguida foi realizado ensaios com apenas 1 capacitor (carga de 6 nF). Pode se destacar duas situações: quando a manobra é realizada no momento que a corrente passa pelo seu pico, e quando a manobra é realizada quando a corrente tem valor próximo de zero. Conforme esperado, os piores casos ocorrem quando a chave é aberta no momento em que a corrente foi máxima, Na Figura 25 podemos ver as curvas referentes a este caso. Nestes casos, percebe-se várias tentativas de reignição, e maiores picos de tensão, conseqüentemente mais ciclos foram necessários para que a tensão no outro terminal da chave chegasse a zero. Quando a chave é aberta no momento em que a corrente esta próxima de zero, como observa-se na Figura , percebe-se uma menor oscilação da tensão.

As figuras seguintes foram capturadas pelo osciloscópio, o sinal de cor azul representa a tensão no lado da fonte, o sinal laranja, no lado da carga. O sinal lilás representa a corrente.

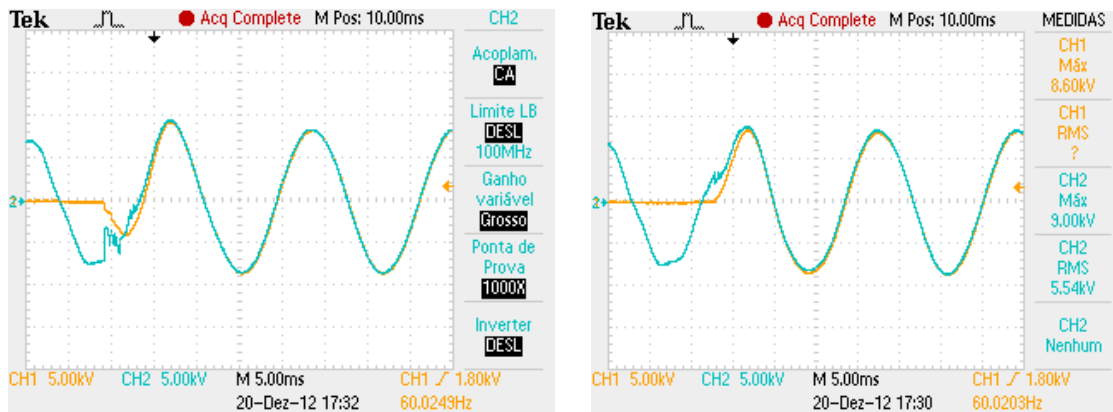


Figura 22 - Fechamento de seccionador.

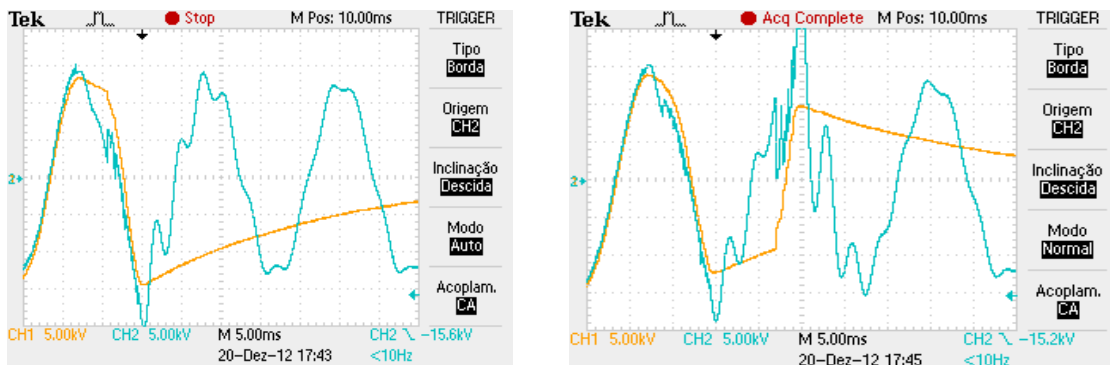


Figura 23 - abertura do seccionador.

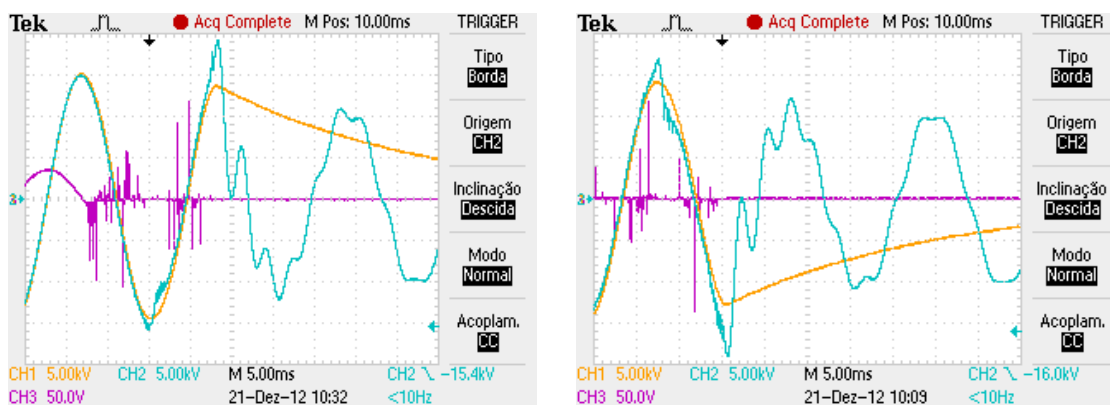


Figura 24 - Abertura do seccionador, corrente passando pelo zero.

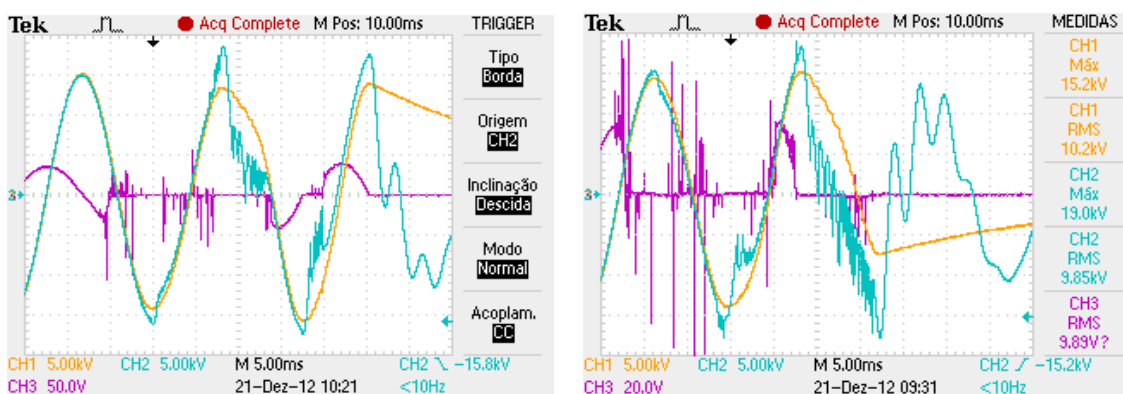


Figura 25 - Abertura do seccionador, corrente no ponto máximo.

A aquisição dessas imagens foi feita utilizando a função *trigger* do osciloscópio.

### 3.3 ENSAIO EM LINHA DE MÃO ISOLANTE

Na realização de trabalhos de manutenção de instalações energizadas, faz-se necessário em grande parte desses trabalhos o içamento de material para o local da intervenção usando uma linha de mão, que é uma corda de tecido, por vezes de seda ou sisal. Tal corda não pode ser considerada isolante, pelo contrário deve ser considerada um condutor, ficando afastada do ponto energizado da mesma forma que o homem, respeitando a distância de segurança

O objetivo de ensaiar a linha de mão isolante (monofilamento de poliamida – nylon – linha de pescador) é medir a corrente de fuga em diversas amostras da linha, no sentido de validá-la como elemento isolante nos trabalhos em instalações energizadas.

Afim de testar a eficiência da linha de mão isolante, utilizou-se como comparativo o teste de bastão isolante conforme NBR 14540 e 11854. É usado como referencia os valores de ensaios para os bastões, já que é uma referência em isolamento validado pelo setor elétrico há décadas.

Nesses ensaios, as amostras, seja o bastão ou seja a linha de mão isolante, receberam um potencial de 100 kV em 30 cm de sua extensão. (ver Figura 26).



Figura 25 - Arranjo de ensaio de Bastão e linha de mão isolante a 30 cm

Foi ensaiada primeiramente uma linha nova, nunca usada, e em seguida ensaiou-se linhas que foram utilizadas anteriormente para o içamento de cadeias de isoladores. Foram ensaiadas linhas utilizadas em uma intervenção e em 5 intervenções. Realizou-se ainda ensaios nessas linhas simulando situações extremas, em que foi colocado sob a linha líquidos condutores.

### 3.3.1 RESULTADOS

Foram realizados ensaios em vários segmentos de cada amostra. A seguir serão expostos os resultados mais relevantes.

6° Ensaio (segmento 1, amostra nova)

*Tabela 7. Dados referente ao 6° ensaio*

<b>Data:</b>	<b>Temp:</b>	<b>URA =</b>	<b>Rshunt =</b>
<b>18/12</b>	<b>29°C</b>	<b>45%</b>	<b>10 k Ω</b>
<b>Linha de mão isolante de 3 mm LIMPA (segmento 1 amostra nova)</b>			
<b>Corrente de fuga (true RMS)</b>		3,3,μA	
<b>Corrente de fuga (pico)</b>		5,44 μA	

10° Ensaio (segmento 3, amostra com uma intervenção)

Observou-se uma pequena diminuição da corrente de fuga, apontando que 1 intervenção (10 manobras) pouco influência no desempenho da linha de mão, levando-se em consideração o local onde foi usado a referida linha.

*Tabela 8. Dados referente ao 10° ensaio*

<b>Data:</b>	<b>Temp:</b>	<b>URA =</b>	<b>Rshunt =</b>
<b>18/12</b>	<b>29°C</b>	<b>45%</b>	<b>10 k Ω</b>
<b>Linha de mão isolante de 3 mm (segmento 3 amostra 1 intervenções)</b>			
<b>Corrente de fuga (true RMS)</b>		2,6,μA	
<b>Corrente de fuga (pico)</b>		4,2 μA	

12° Ensaios (segmento 1, amostra com cinco intervenções)

Com esta amostra foram realizados 5 intervenções, e comparando com a corrente de fuga da amostra de 1 intervenção, verificou-se um ligeiro aumento na corrente.

Tabela 9. Dados referentes ao 12º ensaio

<b>Data:</b>	<b>Temp:</b>	<b>URA =</b>	<b>Rshunt =</b>
<b>19/12</b>	<b>27,6°C</b>	<b>58%</b>	<b>10 k Ω</b>
<b>Linha de mão isolante de 3 mm (segmento 1 amostra 5 intervenções)</b>			
<b>Corrente de fuga (true RMS)</b>			<b>2,9,μA</b>
<b>Corrente de fuga (pico)</b>			<b>4,4 μA</b>

16º Ensaio (segmento 4, amostra com 5 intervenções)

Nesse ensaio (Linha de mão molhada com água de torneira 500 μS/cm), quando aplicou-se 100 kV, houve abertura de arco. Depois foi aumentada a tensão de 10 em 10 kV. Percebeu-se que com a linha molhada a corrente de fuga teve seu maior valor.

Tabela 10. Dados referentes ao 16º ensaio

<b>Data:</b>	<b>Temp:</b>	<b>URA =</b>	<b>Rshunt =</b>
<b>19/12</b>	<b>27,6°C</b>	<b>54%</b>	<b>10 k Ω</b>
<b>Linha de mão isolante de 3 mm BURRIFADO COM ÁGUA (segmento 4 amostra 5 intervenções)</b>			
<b>Corrente de fuga (true RMS)</b>			<b>3,7,μA</b>
<b>Corrente de fuga (pico)</b>			<b>6,0 μA</b>

20º Ensaio (segmento 5, amostra com 5 intervenções)

Neste ensaio foi aplicado na linha uma solução de condutividade 8,9 mS/cm, e sua corrente de fuga foi ligeiramente menor que a amostra ensaiada com água.

Tabela 11. Dados referentes ao 20º ensaio

<b>Data:</b>	<b>Temp:</b>	<b>URA =</b>	<b>Rshunt =</b>
<b>19/12</b>	<b>27,6°C</b>	<b>54%</b>	<b>10 k Ω</b>
<b>Linha de mão isolante de 3 mm SUJO SOLUÇÃO de 8,9 ms/ cm (segmento 5 amostra 5 intervenções)</b>			
<b>Corrente de fuga (true RMS)</b>			<b>3,08,μA</b>
<b>Corrente de fuga (pico)</b>			<b>5,4 μA</b>

## 4 CONCLUSÃO

Neste estágio o aluno teve a oportunidade de colocar em prática grande parte do conteúdo adquirido ao longo do curso, disciplinas como Materiais Elétricos, Técnicas de Alta Tensão, Proteção de Sistemas Elétricos, Instalações Elétricas e muitas outras, mostraram-se de extrema importância para o bom aproveitamento do estágio. O estagiário participou de diversas atividades como os ensaios em equipamentos isolados, e ensaios em chave seccionadora, para determinar a tensão transitória no momento da manobra da chave. Participou também de ensaios em uma linha de nylon isolante, que deverá ser usada em linhas energizadas para substituição de isoladores.

Durante o estágio, o aluno vivenciou uma atmosfera diferente, participando de discussões com professores, e com constante contato com pessoas de diversas empresas do setor elétrico, exercendo o papel de engenheiro.

## BIBLIOGRAFIA

ABNT. **NBR 10622 - Luvas isolantes de borracha**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. [S.l.]: ABNT. 1989. p. 31.

ABNT. **NBR 10623 - Mangas isolantes de borracha**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. [S.l.]: ABNT. 1989. p. 35.

ABNT. **NBR 11854 - Bastão isolante para trabalho em redes**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. [S.l.]: ABNT. 1992. p. 14.

ABNT. **NBR 14540 - Bastão e escada isolantes e ferragens para trabalho em instalação energizada - Transmissão**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro: ABNT. 2000. p. 13.

ABNT. **NBR 6028 - Informação e documentação - Resumo - Apresentação**. [S.l.]: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2003. p. 2.

ABNT. **NBR 16092 - Cestas aéreas - Especificações e ensaios**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. [S.l.]: ABNT. 2012. p. 55.

COPEL DISTRIBUIÇÃO. **Manutenção de redes de distribuição - Procedimentos de Ensaios de Ferramentas e Equipamentos de**. Manual de Instruções Técnicas. [S.l.]: SED/DEPOM. 2006. p. 118.

GOMES, A. M. D. M. B. **Ensaio Elétrico de Linha de Mão Isolante**. Campina Grande. 2013.

GRUPO DE SISTEMAS ELÉTRICOS. **Site do Grupo de Sistemas Elétricos da UFCG**. Disponível em: <<http://dee.ufcg.edu.br/~gse/>>. Acesso em: 15 abril 2013.

# ANEXO A

## RELATÓRIO Nº LAT-032/2013

SERVIÇOS: Ensaios elétricos em equipamentos de proteção individual-EPI's, e coletiva-EPC's, do veículo placa NPX 7839 – J. Pessoa - PB.

SOLICITANTE: Prener Comércio de Materiais Elétricos Ltda.

- **ENSAIO 01**

<b>Ferramenta: Cesta Aérea Isolada</b>		<b>FABRICANTE: GUITON</b>			
<b>Classe de Isolação: 69 kV - CAT. B</b>		<b>MOD.: G-13,5 LV</b>	<b>FAB.: 28/07/2011</b>		
<b>Ensaio: Tensão Aplicada de 100 kV.</b>		<b>Nº DESÉRIE: 1215/11</b>			
<b>Corrente Fuga Máxima Admissível: 40µA em 40kV</b>		<b>NORMA: NBR 16092/2012</b>			
<b>RESULTADOS:</b>					
Item	Tensão Aplicada (kV)	Corrente de Fuga (µA)			Laudo
		Hidráulico	Lança	Total	
01.01	10	0,4	3,8	4,2	Aprovada
	20	0,8	7,0	7,8	
	30	1,1	9,6	10,7	
	40	<b>1,5 / 1,4*</b>	<b>12,6 / 12,4*</b>	<b>14,1 / 13,8*</b>	
	50	1,8	15,2	17,0	
	60	2,2	18,5	20,7	
	70	2,5	21,4	23,9	
	80	2,9	24,5	27,4	
	90	3,3	27,8	31,1	
	100	<b>3,4 / 3,4*</b>	<b>31,9 / 31,8*</b>	<b>35,3 / 35,2*</b>	

\* Medição efetuada após manutenção da tensão aplicada por 1,0 minuto.

- **ENSAIO 02**

<b>Ferramenta: Liner Isolante (caçamba)</b>		<b>Fabricante: - xxx</b>	
<b>Tensão Nominal : xx</b>		<b>Nº De Série: - xxx</b>	
<b>Ensaio: Tensão Aplicada - 50 kV/60 Hz</b>		<b>NORMA: NBR 16092/2012</b>	
<b>RESULTADOS:</b>			
Item	Nº de Série	Laudo	
02.01	2875	Aprovado	
02.02	-	Aprovado	



• **ENSAIO 03**

<b>Ferramenta:</b> Cobertura Plástica para condutor (rígida)			<b>Fabricante:</b> RITZ		
<b>Tensão Nominal:</b> 26,6 kV cat. C			<b>Comprimento:</b> 1500 mm		
<b>Ensaio:</b> Tensão Aplicada - 20 kV/60 Hz.			<b>NORMA:</b> ASTM F 712		
<b>RESULTADOS:</b>					
Item	Nº de Série	Laudo	Item	Nº de Série	Laudo
03.01	12968	Aprovada	03.09	09-01139	Aprovada
03.02	12959	Aprovada	03.10	09-01140	Aprovada
03.03	12027317	Aprovada	03.11	09-01190	Aprovada
03.04	18027305	Aprovada	03.12	09-01654	Aprovada
03.05	18027309	Aprovada	03.13	09-027310	Aprovada
03.06	18027318	Aprovada	03.14	09-01139	Aprovada
03.07	09-0110	Aprovada	03.15	-	Aprovada
03.08	09-01133	Aprovada	03.16	-	Aprovada

• **ENSAIO 04**

<b>Ferramenta:</b> Cobertura de borracha para condutor			<b>Fabricante :</b> HORIZON Classe 2 / Tipo II		
<b>Tensão Nominal:</b> 17 kV			<b>Comprimento:</b> 1800 mm		
<b>Ensaio:</b> Tensão Aplicada - 20 kV / 60 Hz			<b>NORMA:</b> ASTM D 1049.		
<b>RESULTADOS:</b>					
Item	Nº de Série	Laudo	Item	Nº de Série	Laudo
04.01	-	Aprovada	04.05	-	Aprovada
04.02	-	Aprovada	04.06	-	Aprovada*
04.03	-	Aprovada	04.07	-	Aprovada*
04.04	-	Aprovada			

\*Coberturas serradas. Comp. 950mm.

• **ENSAIO 05**

<b>Ferramenta:</b> Cobertura protetora p/cruzeta				<b>Fabricante :</b> RITZ			
<b>Tensão Nominal:</b> 24 kV / Fase-Fase				<b>Diâmetro (mm):</b> xxx			
<b>Ensaio:</b> Tensão Aplicada - 20 kV/60Hz				<b>NORMA:</b> ASTM F 712			
<b>RESULTADOS:</b>							
Item	Nº de Série	Comprimento (mm)	Laudo	Item	Nº de Série	Comprimento (mm)	Laudo
05.01	-	500	Aprovada	05.02	-	500	Aprovada

• **ENSAIO 06**

<b>Ferramenta:</b> Cobertura protetora circular p/ poste				<b>Fabricante :</b> RITZ			
<b>Tensão Nominal:</b> 15 kV / Fase-Fase				<b>Diâmetro (mm):</b> 300			
<b>Ensaio:</b> Tensão Aplicada - 20 kV/60Hz				<b>NORMA:</b> ASTM F 712			
<b>RESULTADOS:</b>							

Item	Nº de Série	Comprimento (mm)	Laudo	Item	Nº de Série	Comprimento (mm)	Laudo
06.01	-	300	Aprovada	06.05	-	1800	Aprovada
06.02	-	300	Aprovada	06.06	-	1800	Reprovada
06.03	-	600	Aprovada	06.07	-	1800	Aprovada
06.04	-	1800	Aprovada				

• **ENSAIO 07**

<b>Ferramenta:</b> Cobertura protetora circular				<b>Fabricante :</b> RITZ			
<b>Tensão Nominal:</b> 15 kV / Fase-Fase				<b>Diâmetro (mm):</b> 150			
<b>Ensaio:</b> Tensão Aplicada - 15 kV/60Hz				<b>NORMA:</b> ASTM F 712			
RESULTADOS:							
Item	Nº de Série	Comprimento (mm)	Laudo	Item	Nº de Série	Comprimento (mm)	Laudo
07.01	-	300	Aprovada	07.08	-	600	Aprovada
07.02	-	300	Aprovada	07.09	-	600	Aprovada
07.03	-	300	Aprovada	07.10	-	600	Aprovada
07.04	-	300	Aprovada	07.11	-	600	Aprovada
07.05	-	600	Aprovada	07.12	-	600	Aprovada
07.06	-	600	Aprovada	07.13	-	700	Aprovada
07.07	-	600	Aprovada	07.14	-	900	Aprovada

• **ENSAIO 08**

<b>Ferramenta:</b> Lençol Isolantes de borracha				<b>Fabricante:</b> RITZ DO BRASIL			
<b>Tensão Nominal:</b> 36 kV				<b>Classe 4 / Tipo II</b>			
<b>Ensaio:</b> Tensão Aplicada - 30 kV/60Hz -				<b>NORMA:</b> ASTM D 1048			
RESULTADOS:							
Item	Nº de Série	Dimensões (mm)	Laudo	Item	Nº de Série	Dimensões (mm)	Laudo
08.01	8076	900 x 900	Aprovado	08.02	6187*	900 x 900	Aprovado

\*Lençol com entalhe

• **ENSAIO 09**

<b>Ferramenta:</b> Bastão Isolante				<b>Fabricante :</b> RITZ			
<b>Tensão Nominal:</b> xxx				<b>Ensaio:</b> Tensão Aplicada - 100 kV/60Hz			
<b>NORMA:</b> NBR 11854/92 e 14540/00							
RESULTADOS:							
Item	Nº de Série	Tipo / Diâmetro (mm)	Comprimento Ensaiado (mm)	Corrente de fuga (µA)	Laudo		
09.01	-	Cruzeta Auxiliar / 64	300	17,3 / 17,0*	Aprovado		
09.02	-	Mastro / 64	300	16,2 / 16,1*	Aprovado		
09.03	-	Mastro / 64	300	17,1 / 17,0*	Aprovado		
09.04	-	Garra / 38	300	10,7 / 10,6*	Aprovado		
09.05	1802731	Manobra / 32	1100	7,3 / 7,2*	Aprovado		
09.06		Cabo Catraca / 25	300	-	Reprovado		
09.07		Descanso de by-pass / 25	150	3,6 / 3,5*	Aprovado		

09.08	-	Tesourão / 38	300	32,0 / 32,0*	<b>Reprovado</b>
			300	30,0 / 28,9*	
09.09	-	Tesourão / 32	300	8,8 / 8,7*	Aprovado
			300	9,7 / 9,7*	

\* Medição efetuada após manutenção da tensão aplicada por 1,0 minuto.

• **ENSAIO 10**

<b>Ferramenta:</b> Cabo Isolado p/Jamper provisório				<b>Tensão Nominal:</b> 15 kV			
<b>Ensaio:</b> Tensão Aplicada 20 kV/60Hz				<b>NORMA:</b> -			
<b>RESULTADOS:</b>							
Item	Bitola	Comprimento (mm)	Laudo	Item	Bitola	Comprimento (mm)	Laudo
10.01	4/0	3000	Aprovado	10.06	2 AWG	1300	Aprovado
10.02	4/0	3000	Aprovado	10.07	2 AWG	1300	Aprovado
10.03	4/0	4000	Aprovado	10.08	2 AWG	3500	Aprovado
10.04	2 AWG	1300	Aprovado	10.09	2 AWG	3500	Aprovado
10.05	2 AWG	1300	Aprovado	10.10	2 AWG	3500	Aprovado

• **ENSAIO 11**

<b>Ferramenta / EPI:</b> Vara de Manobra seccionável			<b>Fabricante :</b> RITZ				
<b>Tensão Nominal:</b> 15 kV			<b>Tensão de Ensaio:</b> 100 kV/60Hz -1 min.				
<b>RESULTADOS:</b>							
Item	Nº de Série	Seção / Diâmetro (mm)	Comprimento Ensaiado (mm)	Corrente de fuga (µA)	Laudo		
11.01	-	Ponta / 32	300	7,8 / 7,7*	Aprovada		
		Interm. / 38	300	8,0 / 7,9*	Aprovada		
		Interm. / 38	300	11,0 / 10,9*	Aprovada		
		Interm. / 38	300	9,8 / 9,7*	Aprovada		
		Punho / 38	300	11,0 / 10,9*	Aprovada		

\* Medição efetuada após manutenção da tensão aplicada por 1,0 minuto

• **ENSAIO 12**

<b>Ferramenta:</b> Luvas Isolantes de borracha			<b>Fabricante :</b> ORION		
<b>Tensão Nominal:</b> 17 kV			<b>Classe 2 / Tipo II</b>		
<b>Ensaio:</b> Tensão Aplicada 20 kV/60Hz			<b>NORMA:</b> NBR – 10622/89		
<b>RESULTADOS:</b>					
Item	Nº de Série	Lado	Tamanho (pol)	Corrente de fuga (mA)	Laudo
12.01	11063300	Direito	10	11,0 / 10,9*	Aprovada
12.02	11063273	Direito	10	12,0 / 11,9*	Aprovada
12.03	11063280	Esquerdo	10	13,0 / 12,9*	Aprovada
12.04	11063255	Direito	10	13,0 / 12,8*	Aprovada
12.05	11063673	Esquerdo	10	12,1 / 12,0*	Aprovada
12.06	11063351	Direito	10	12,0 / 11,9*	Aprovada
12.07	11063663	Esquerdo	10	12,0 / 11,9*	Aprovada

12.08	12063624	Esquerdo	10	11,0 / 10,9*	Aprovada
-------	----------	----------	----	--------------	----------

\* Medição efetuada após manutenção da tensão aplicada por 1,0 minuto.

• **ENSAIO 13**

<b>Ferramenta:</b> Mangas Isolantes de borracha		<b>Fabricante :</b> ORION		
<b>Tensão Nominal:</b> 17 kV		<b>Classe:</b> 2 – <b>Tipo:</b> II		
<b>Ensaio:</b> Tensão Aplicada 20 kV/60Hz		<b>NORMA:</b> NBR – 10623/89		
<b>RESULTADOS:</b>				
Item	Nº de Série	Lado	Tamanho	Laudo
13.01	12010229	Direito	médio	Aprovada
13.02	12010172	Esquerdo	médio	Aprovada
13.03	-	Direito	médio	Aprovada
13.04	-	Esquerdo	médio	Aprovada
13.05	-	Direito	médio	Aprovada
13.06	-	Esquerdo	médio	Reprovada
13.07	-	Direito	médio	Aprovada
13.08	-	Esquerdo	médio	Aprovada

• **ENSAIO 14**

<b>Ferramenta:</b> Banqueta isolante		<b>Fabricante :</b> RITZ	
<b>Tensão Nominal de trabalho:</b> 40 kV		<b>Ensaio:</b> Tensão Aplicada - 50kV/60Hz	
<b>RESULTADOS:</b>			
item	Nº de Série	Laudo	
14.01	-	Aprovada	

**Observações Gerais:**

**Normas Complementares:**

- NBR 6936/1992 e NBR 6937 /1981

**Equipamentos Utilizados:**

- Gerador de Tensão AC, 120 kV- 1,0 A;
- Divisor de Tensão Capacitivo 7816/1.
- Voltímetro de Pico Hafelly;
- Multímetro Digital MINIPA;
- Termo-Higrômetro MINIPA.

**Incerteza na medição de Tensão:**  $\pm 0,05\%$

**Incerteza na medição de Corrente:**  $\pm 0,01\%$

**Condições Atmosféricas:**

- Temperatura: 26,0 °C;
- Umidade relativa do ar: 72%;
- Pressão Atmosférica: 962 mbar.

**Equipe responsável:**

- Técnicos: José Eduardo Silva e Francisco Freire
- Engenheiro: Genoilton J. C. Almeida.

Campina Grande, 30 de abril de 2013.

**Genoilton Carvalho Almeida**  
Engrº Eletricista - CREA 160145489

