

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

THIAGO VITACZIK CAMPANUCCI

**IMPORTÂNCIA DO TESTE DIELÉTRICO EM EQUIPAMENTOS DE
SEGURANÇA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2017

THIAGO VITACZIK CAMPANUCCI

**IMPORTÂNCIA DO TESTE DIELÉTRICO EM EQUIPAMENTOS DE
SEGURANÇA**

Monografia apresentada para obtenção do título de especialista no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof. M.Eng. Massayuki Mario Hara

CURITIBA

2017

THIAGO VITACZIK CAMPANUCCI

**IMPORTÂNCIA DO TESTE DIELÉTRICO EM EQUIPAMENTOS DE
SEGURANÇA**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Dr. Adalberto Matoski
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara (orientador)
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba
2017

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

RESUMO

Este trabalho propõe demonstrar, por meio de ensaios dielétricos, se os equipamentos de segurança EPI's e EPC's disponíveis para comercialização atendem aos requisitos das normas técnicas. Foram escolhidos equipamentos de fabricantes aleatórios e os testes executados atendem à regulamentação descrita nos itens 10.6 e 10.7 da NR10. Vários equipamentos foram reprovados, os mesmos foram submetidos aos limites especificados e não suportaram a intensidade da tensão aplicada, mostrando assim uma discrepância entre os dados especificados e os resultados obtidos, devida à inconformidade com a norma, causando risco aos trabalhadores usuários. Dentre os laboratórios visitados e os itens analisados, um deles omitiu no relatório a tensão aplicada no calçado de segurança, com isso não foi possível saber se os calçados podem realmente ser utilizados em campo. Desta forma, foi possível concluir que a aquisição de equipamentos de baixo custo pode acarretar em problemas de segurança expondo a acidentes de moderado a alto risco de mortalidade. Para além da qualidade dos equipamentos, a supressão de dados nos testes realizados em laboratórios, liberando para consumo produtos que não atendam aos requisitos mínimos de funcionamento seguro, também podem ser igualmente danosos, colocando em risco a integridade física dos operários.

Palavras chave: EPI, EPC, teste dielétrico, NR10, segurança no trabalho.

ABSTRACT

This paper proposes to demonstrate, through dielectric tests, whether EPI's and EPC's safety equipment available for commercialization meet the requirements of the technical standards. Equipment from random manufacturers was chosen and the tests performed comply with the regulations described in items 10.6 and 10.7 of the NR10. Several equipment were rejected, they were submitted to the specified limits and did not support the applied voltage intensity, thus showing a discrepancy between the specified data and the results obtained, due to nonconformity with the standard, causing risk to the users workers. Among the laboratories visited and the items analyzed, one of them omitted in the report the tension applied to the safety footwear, so it was not possible to know if the footwear can actually be used in the field. In this way, it was possible to conclude that the acquisition of low cost equipment can lead to safety problems exposing to moderate to high risk of mortality. In addition to the quality of the equipment, the suppression of data in tests carried out in laboratories, releasing products that do not meet the minimum requirements for safe operation, can also be equally harmful, putting at risk the physical integrity of the workers.

Key words: EPI, EPC, dielectric test, NR10, safety at work.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Caminhos percorrido pela corrente elétrica.....	13
Figura 2 – Queimadura devido ao choque elétrico.....	14
Figura 3 – Classificação de queimaduras	15
Figura 4 – Equipamentos utilizados na rede de energia	16
Figura 5 – Índice de mortes com funcionários próprios e terceiros	18
Figura 6 – EPI's utilizados pelos trabalhadores.....	19
Figura 7 – Exemplos de EPC's.....	19
Figura 8 – Arco elétrico provocado por um curto circuito	20
Figura 9 – Acidentes com eletricidade	21
Figura 10 – Situações perigosas	22
Figura 11 – Sobrecarga na tomada.....	22
Figura 12 – Teste em luvas de borracha.....	24
Figura 13 – Marcações na luva de borracha	25
Figura 14 – Luvas e lençóis isolantes	26
Figura 15 – Teste em capacete.....	26
Figura 16 – Teste em vara de manobra	28
Figura 17 – Teste em lençol isolante.....	28
Figura 18 – Aplicação do lençol isolante	29
Figura 19 – Teste em calçado de segurança	30
Figura 20 – Resultados dos calçados de segurança laboratório 2 – sem especificação de tensão.....	34
Figura 21 – Resultados dos lençóis isolantes – forma correta	35
Figura 22 – Resultados vara de manobra laboratório 2	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Lençóis isolantes laboratório 1	31
Gráfico 2 – Lençóis isolantes laboratório 2	32
Gráfico 3 – Luva de borracha laboratório 1	32
Gráfico 4 – Luva de borracha laboratório 2	33
Gráfico 5 – Calçados de segurança laboratório 1	33
Gráfico 6 – Calçados de segurança laboratório 2	34
Gráfico 7 – Vara de manobra laboratório 1	35
Gráfico 8 – Vara de manobra laboratório 2	36
Gráfico 9 – Capacetes laboratório 1	37
Gráfico 10 – Capacetes laboratório 2.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Níveis de intensidade da corrente elétrica e suas consequências no corpo humano	14
--	----

LISTA DE SIGLAS

EPI Equipamento de proteção individual

EPC Equipamento de proteção coletiva

V *Volts*

A *Ampères*

Ω *Ohms*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1. OBJETIVOS.....	10
1.1.1. Objetivo Geral.....	10
1.1.2. Objetivos Específicos.....	10
1.2. JUSTIFICATIVA.....	10
1.3. PROPOSTA DO TRABALHO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. ELETRICIDADE.....	12
2.2. CHOQUE ELÉTRICO.....	13
2.3. TESTE DIELÉTRICO.....	15
2.4. Norma Regulamentadora 10.....	17
2.6. RISCO DA AUSÊNCIA DO EPI.....	20
3. METODOLOGIA	24
4. ENSAIOS	Erro! Indicador não definido.
5. CONCLUSÕES	38
REFERÊNCIAS	40

1. INTRODUÇÃO

No século XVIII, com a Revolução Industrial, novas tecnologias começaram a ser aplicadas no setor de serviços, todavia, sem que houvesse qualquer preocupação com a saúde do trabalhador que operava tais equipamentos (STUMM, 2006). Data de 1802 a primeira legislação que demonstrou algum interesse em melhorar a integridade física dos trabalhadores, Lei de Saúde e Moral dos Aprendizes.

Desde a criação desta primeira lei até os dias atuais, felizmente, muitos avanços aconteceram no cenário da Segurança do Trabalho. No âmbito nacional, as condições precárias de trabalho se mantiveram até meados dos anos 90. O grande marco na melhoria deste quadro ocorreu com a criação do Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio, durante a gestão do presidente Getúlio Vargas (1930 – 1945). Foi dele também a iniciativa de consolidar as leis trabalhistas (CLT) (SANTOS, 2013).

Ao passo que novas preocupações foram surgindo, e novas legislações e normas foram sendo implementadas para minimizar os acidentes de trabalho, surgiram os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) (STUMM, 2006). Nas últimas décadas, com a grande demanda por equipamentos de segurança, houve um imenso crescimento nacional e internacional de fabricantes destes itens. Infelizmente, pesquisas revelam que a preocupação com a qualidade não foi a mesma dedicada a produção em larga escala. Muitas vezes, para atender ao mercado consumidor com valores mais acessíveis, as indústrias negligenciam critérios previstos pela Norma Regulamentadora NR10, norma esta dedicada a regulamentar as atividades envolvidas direta ou indiretamente com a eletricidade (ZANCHETA, 2002).

As empresas que realizam trabalhos nas redes das companhias de energia elétrica, são confrontadas diariamente com diversos procedimentos e normas próprias. Logo, para atender a essa demanda e disponibilizar equipamentos que atendam a tais requisitos, os laboratórios criaram métodos para testar estes produtos e garantir a segurança dos mesmos. Neste sentido, surgiram os testes de rigidez dielétrica. Regulamentados pela NR10, estes ensaios são capazes de

identificar problemas em EPI's destinados às atividades que envolvem o setor de eletricidade. (SANTOS, 2013).

Embora os equipamentos de segurança sejam reconhecidamente importantes para manter a integridade física dos trabalhadores, ainda existe uma crônica insuficiência na fiscalização, aliada a uma punição amena para fabricantes e laboratórios irregulares. Tais mazelas expõem o trabalhador a inúmeros perigos, visto que um produto de baixa qualidade, certificado por testes inadequados pode causar acidentes fatais. Sendo assim, ensaios dielétricos despontam como uma alternativa promissora na prevenção de acidentes, preservando vidas. (COTRIM, 2003).

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho foi confirmar a importância da execução de ensaios dielétricos em equipamentos de segurança.

1.1.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos foram:

- Executar ensaios dielétricos em EPI's (equipamento de proteção individual) e EPC's (equipamento de proteção coletiva) em laboratórios, aplicando a tensão especificada pelo fabricante,
- Analisar comparativamente os resultados dos ensaios realizados com os laudos emitidos pelo fabricante.

1.2. JUSTIFICATIVAS

Esse trabalho visa apresentar a importância de um teste capaz de apontar falhas nos EPI's e EPC's, garantindo ao trabalhador segurança em suas atividades laborais.

1.3. PROPOSTA DO TRABALHO

A proposta desse projeto foi confirmar, a partir de ensaios dielétricos, que mesmo tratando-se de um equipamento de segurança novo, o mesmo pode não conferir garantias quanto ao isolamento de corrente elétrica, devido a problemas encontrados na cadeia produtiva e na etapa de certificação destes produtos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ELETRICIDADE

A eletricidade foi descoberta por um filósofo grego chamado Tales de Mileto, que observou um estranho fenômeno ao promover o atrito da pele de carneiro com um pedaço de âmbar: os materiais atritados passavam a atrair pequenos fragmentos de palha e madeira. Desta forma, o termo eletricidade faz alusão a este fato - âmbar (gr. *élektron*). No século XVII teve início estudos sistemáticos sobre a eletrificação por atrito, realizado por Otto von Guericke. No ano de 1672, Otto inventou uma máquina geradora de cargas elétricas, na qual uma esfera de enxofre gira constantemente atritando-se em terra seca. Após 50 anos, Stephen Gray fez a primeira distinção entre condutores e isolantes elétricos (BORTOLUZZI, 2009).

Hoje, o nome “eletricidade” é usado de forma genérica para definir vários fenômenos referentes à presença e/ou movimento de cargas elétricas. É frequente a confusão envolvendo os termos ‘eletricidade’ e ‘energia elétrica’. Este último relaciona-se com a energia armazenada, transportada ou distribuída na forma elétrica (ANEEL, 2016).

Seguindo um ciclo evolutivo, surgiram equipamentos elétricos sofisticados, culminando com o invento do condensador, descoberto independentemente por Ewald Georg von Kleist e por Petrus van Musschenbroek. Esse equipamento consistia em uma máquina armazenadora de cargas elétricas. Seu funcionamento envolve a ação combinada de dois corpos condutores separados por um isolante delgado (CREDER, 2002).

À medida que a humanidade passou a dominar a eletricidade e produzir cada vez mais equipamentos capazes de facilitar e melhorar o ciclo produtivo, bem como ações cotidianas, surgiram também os primeiros acidentes relacionados à condução de corrente elétrica pelo corpo – choque elétrico. Atualmente, as atividades laborais relacionadas com a eletricidade estão entre as que mais oferecem risco ao trabalhador. Mesmo em baixas tensões, ela representa perigo à integridade física e saúde do trabalhador. Sua ação mais nociva é a ocorrência do choque elétrico, com consequências diretas e indiretas (quedas, batidas, queimaduras e outras) (NAVARRO, 2013).

2.2. CHOQUE ELÉTRICO

O choque elétrico ocorre quando a corrente elétrica atravessa o corpo humano, utilizando-o como condutor, podendo acarretar em acidentes fatais. O choque mais perigoso é aquele em que a corrente elétrica tem como porta de entrada e saída os membros superiores, pois esta região abriga órgãos de importância vital como coração e pulmões. O esquema abaixo demonstra essa situação.

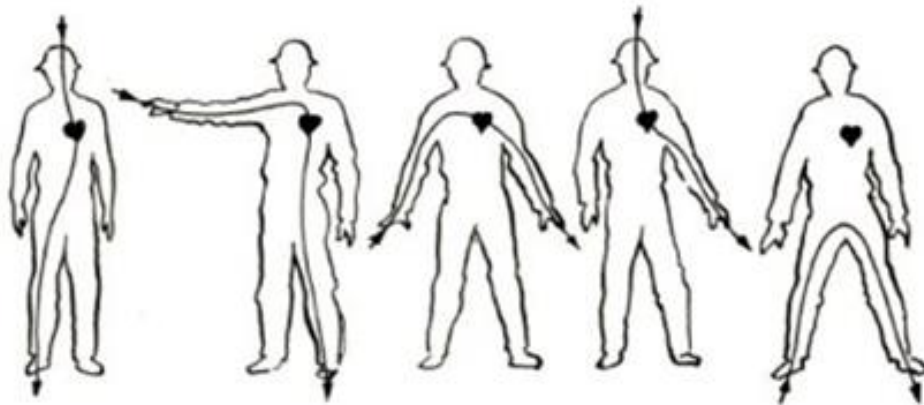


FIGURA 1 – CAMINHOS PERCORRIDO PELA CORRENTE ELÉTRICA

FONTE: (FREITAS, 2016)

Os principais efeitos de uma corrente elétrica (externa) no corpo humano, de acordo com Lourenço (2010) são:

- Tetanização (contração muscular);
- Parada respiratória;
- Fibrilação ventricular;
- Queimadura, de origem térmica e não térmicas.

A maior incidência de choques elétricos é registrada em residências, onde os reparos em instalações elétricas costumam ser realizados por pessoas sem treinamento e nenhuma proteção. Dados estatísticos apresentados pela Universidade Estadual de São Paulo em 2016 comprovam tais informações:

- 43% dos acidentes ocorrem na residência;
- 30% nas empresas;
- 27% não foram especificados.

O choque elétrico, como já citado anteriormente, é uma denominação genérica para acidentes envolvendo a eletricidade. No entanto, sua gravidade varia

de acordo com a intensidade da corrente elétrica em questão. A tabela a seguir ilustra variações desses níveis e sua consequência no corpo humano.

TABELA 1 – NÍVEIS DE INTENSIDADE DA CORRENTE ELÉTRICA E SUAS CONSEQUÊNCIAS NO CORPO HUMANO

CORRENTE	CONSEQUÊNCIA
1 mA	Apenas perceptível
10 mA	"Agarra" a mão
16 mA	Máxima tolerável
20 mA	Parada respiratória
100 mA	Ataque cardíaco
2 A	Parada cardíaca
3 A	Valor mortal

FUNTE: (BORTOLUZZI, 2009)

Segundo Bortuluzzi (2009), o menor valor da corrente elétrica perceptível por um ser humano é de 1 mA, todavia, esta produz apenas uma resposta táctil. À medida que a intensidade é ampliada, consequências mais graves podem ser percebidas, como a perda do controle dos músculos (corrente em torno de 10mA). A letalidade está compreendida entre 10mA e 3A. Além das situações contidas na tabela 1, o choque elétrico também pode causar queimaduras. A figura 2 apresenta um acidente laboral com choque elétrico. Nela é possível identificar o caminho percorrido pela corrente dentro do corpo do colaborador.



FIGURA 2 – QUEIMADURA DEVIDO AO CHOQUE ELÉTRICO

FUNTE: (UFRRJ, 2016)

Assim como ocorre com a classificação dos choques elétricos pela intensidade da corrente elétrica, com as queimaduras também é possível separá-las em grupos. A figura 3 demonstra a classificação das queimaduras, de acordo com a intensidade das consequências percebidas no corpo humano.

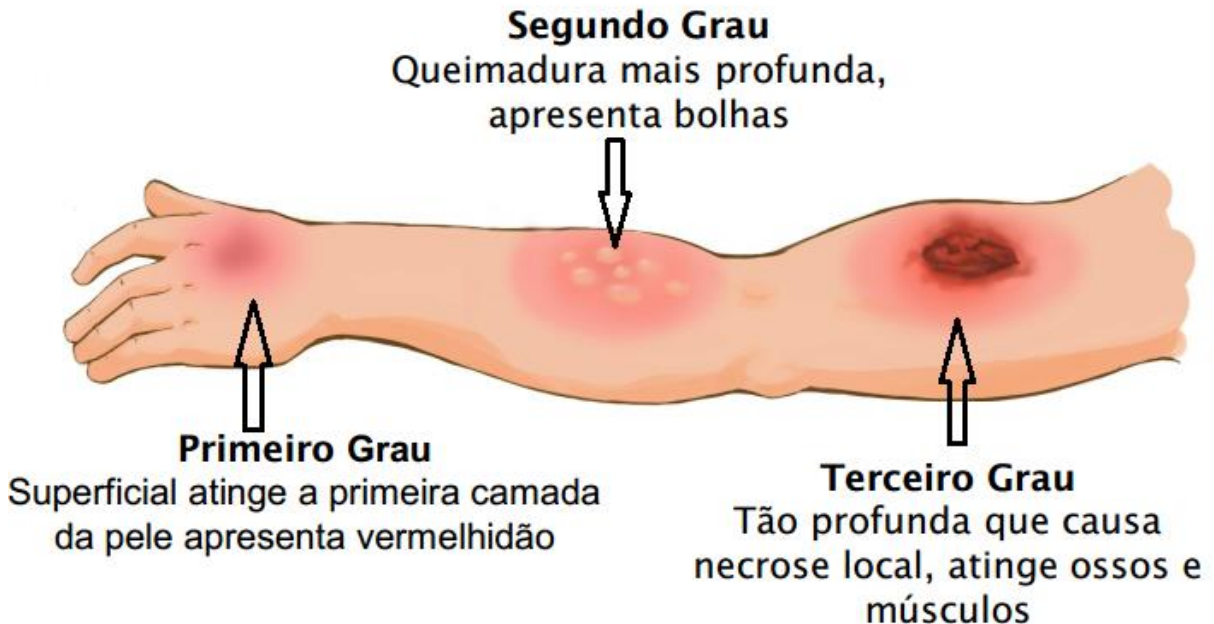


FIGURA 3 – CLASSIFICAÇÃO DE QUEIMADURAS

FONTE: (PMESP, 2016)

2.3. TESTE DIELÉTRICO

Teste dielétrico é um método que busca analisar se o isolamento de um equipamento de segurança (EPI, EPC, cesto de caminhões para elevação e outros dispositivos) aumentando a segurança contra choques elétricos aos seus usuários. Os testes dielétricos costumam ser realizados pelos fabricantes na última etapa da cadeia produtiva, visando atingir maior índice de confiança aos seus produtores e consumidores. Também há inúmeros laboratórios de certificação especializados em atestar a segurança destes aparatos. Sua metodologia é simples e de baixo custo. Consiste em aplicar uma tensão elétrica ao produto testado (no limite da tensão especificada pelo fabricante) e analisar seu efeito sob o material. É comum haver vazamento de corrente elétrica nos equipamentos, no entanto, estes são controlados por materiais isolantes ou mecanismos de repartição para que não ofereçam risco ao trabalhador. Falhas, no entanto, podem interferir nesse isolamento e afetar a segurança do produto (ATLAS, 2016)

Os testes dielétricos podem identificar tais defeitos impedindo a ocorrência de acidentes de trabalho. O técnico monitora a quantidade de fuga da corrente elétrica durante o período do teste e verifica a possibilidade de uma inconformidade no isolamento. Conforme previsão da NR-10, é necessário realizar os testes de isolamento elétrico, apresentando os laudos ao consumidor final.

A figura 4 ilustra alguns equipamentos de segurança que podem ser testados a partir dos ensaios dielétricos. Todos eles têm como principal matéria prima o látex (borracha), produto reconhecido pela baixa capacidade de condução elétrica, desta forma, sendo considerado mau condutor de eletricidade (ABNT, 2004).

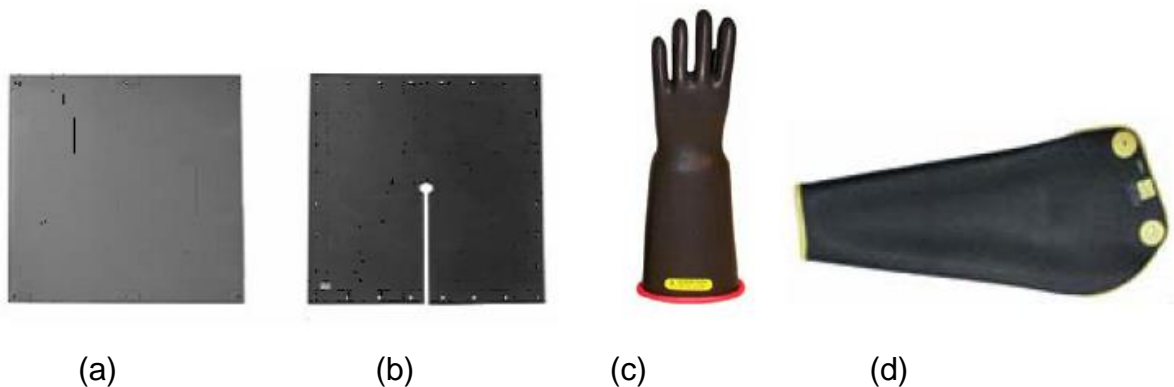


FIGURA 4 – EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA REDE DE ENERGIA
 FONTE: (FREITAS, 2016)

Os itens (a) e (b) são lençóis isolantes, o item (c) é uma luva isolante e o item (d) é uma manga isolante. Estes equipamentos acima apresentados são classificados em grupos de isolamento onde a menor classe é chamada de 00 e seu isolamento equivale a 500 V e a maior classe é chamada de 4, tendo seu isolamento equivalente a 40.000 V (ATLAS, 2016).

Os testes dielétricos devem ser realizados em laboratórios especializados conforme a orientação contida na NBR - ISO/IEC 17025 (Norma de Competência para Laboratório de Ensaio e Calibração). Os instrumentos utilizados para a realização desses testes devem estar devidamente calibrados, além disso, é obrigatória a rastreabilidade dos mesmos pela RBC (Rede Brasileira de Calibração) (INMETRO, 2005).

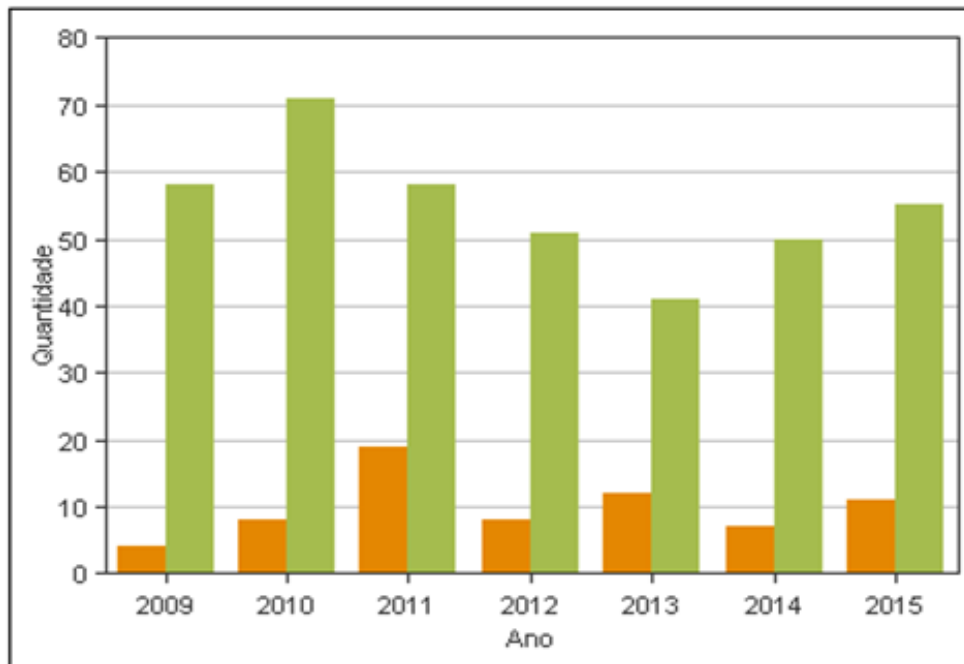
A periodicidade para realização dos testes dielétricos deve obedecer às especificações dos fabricantes para cada produto, conforme previsto na NR 10, item 10.7.8 (ATLAS, 2016).

2.4. NORMA REGULAMENTADORA 10

A NR10 (Norma Regulamentadora 10 – Segurança em instalações e Serviços em Eletricidade) é um conjunto de diretrizes que estabelecem condições mínimas para o controle e prevenção de acidentes de trabalho aos operários expostos aos riscos da eletricidade. O item 10.1.2 da norma deixa clara esta abrangência nas fases de: “... **geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades.**” (SANTOS, 2013).

Esta norma foi publicada pela primeira vez em 1978, pelo Ministério do Trabalho e Emprego. Ao longo dos anos, a norma vem sendo periodicamente revisada por um sistema tripartite que engloba sindicatos, empresários e o Governo, constituindo assim o GTTE (Grupo Técnico Tripartite de Energia) (SANTOS, 2013).

Segundo dados estatísticos retirados da página da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2016), antes da publicação da NR10, havia um alto índice de acidentes no setor de eletricidade, principalmente quando as atividades eram realizadas por empresas terceirizadas, cujos funcionários, geralmente, possuíam pouca experiência e qualificação para trabalhar, desconhecendo procedimentos de segurança, no entanto com uma vantagem financeira na contratação, além de menor burocracia trabalhista para a contratante. Atualmente, ainda existe uma grande lacuna entre o número de incidências de acidentes notificados entre funcionários terceirizados e diretos, como demonstra a figura 5.



	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
NMOFUPR	4,00	8,00	19,00	8,00	12,00	7,00	11,00
NMOFUTE	58,00	71,00	58,00	51,00	41,00	50,00	55,00
NMOFUPR	Número de mortes decorrentes de acidentes do trabalho (funcionários próprios)						
NMOFUTE	Número de mortes decorrentes de acidentes do trabalho (funcionários terceirizados)						

FIGURA 5 – ÍNDICE DE MORTES COM FUNCIONÁRIOS PRÓPRIOS E TERCEIROS
 FONTE: (ANEEL, 2016)

2.5. EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E PROTEÇÃO COLETIVA

Dentre o grupo de equipamentos destinados à proteção do trabalhador, há destaque para dois grupos: EPI's e EPC's.

Os equipamentos de proteção individual (EPI's), capazes de conferir ao trabalhador maior segurança ao desempenhar suas atividades profissionais. Entre estes equipamentos, ganham destaque: luva de borracha, luva de raspa, máscaras, protetor auricular, sapato de segurança, óculos, capacetes e cinto de segurança, conforme ilustra a figura 6. Os EPI's não podem ser compartilhados (BELTRAMI & STUMM, 2013).

EPI



FIGURA 6 – EPI'S UTILIZADOS PELOS TRABALHADORES

FONTE: (BRESSI, 2017)

Já os equipamentos de proteção coletiva (EPC's), são dispositivos destinados à preservação da integridade física dos trabalhadores e terceiros. Sua amplitude de cobertura não está destinada a um operário em especial, mas no grupo e no ambiente de trabalho como um todo. Normalmente, agem sinalizando e/ou isolando o local de atuação dos trabalhadores, como é o caso dos: cones, fitas de advertência, conjunto de aterramento, detectores de tensão e lençóis isolantes. Diferente dos EPI's, os EPC's são de uso coletivo da equipe, ou seja, qualquer operário pode ter acesso a esses equipamentos. Exemplos destes dispositivos encontram-se representados na figura 7 (BELTRAMI & STUMM, 2013).



FIGURA 7 – EXEMPLOS DE EPC'S

FONTE: (BRESSI, 2017)

Conforme previsto na Norma Regulamentadora 6 (NR6), a empresa tem a responsabilidade legal de oferecer gratuitamente aos operários EPI's e EPC's adequados ao risco oferecido pela atividade laboral exercida. Da mesma forma, o trabalhador tem a obrigação legal, de acordo com o Artigo 338 do Decreto 3.048 de 1999, de colaborar com o empregador, cumprindo as normas que visam a segurança no trabalho (ATLAS, 2016).

2.6. RISCO DA AUSÊNCIA DO EPI

A ausência do EPI, a sua má utilização, ou ainda o uso equipamentos de baixa qualidade, podem gerar graves consequências. Em serviços com eletricidade o trabalhador está sujeito a acidentes por choque e arco elétrico, com consequências diretas. Há também os riscos com consequências indiretas como quedas, batidas, incêndio, explosões de origem elétrica, queimaduras etc (S.A, 2006).

Como arco elétrico entende-se a passagem de corrente elétrica por um meio não condutor devido ao rompimento de suas características isolantes. Normalmente, está relacionado com partes metálicas que não estejam em contato direto, porém apresentando diferença de potencial. O arco elétrico tem curta duração e transforma a energia elétrica em energia térmica, acústica, luminosa, entre outras (SANTOS, 2013). Pode levar à morte.

A figura 8 representa, respectivamente EPI's danificados após choque elétrico e um trabalhador em processo de recuperação de queimaduras após ter sido exposto a um arco elétrico.



FIGURA 8 – ARCO ELÉTRICO PROVOCADO POR UM CURTO CIRCUITO

FONTE: (FREITAS, 2016)

Ainda sobre os acidentes de trabalho envolvendo a eletricidade, a figura 9 apresenta outros casos de desastres que afetaram a integridade do operário. Nelas não é possível identificar a causa dos problemas, se pela ausência dos equipamentos ou mal uso.



FIGURA 9 – ACIDENTES COM ELETRICIDADE
FONTE: (FREITAS, 2016)

Como já mencionado anteriormente, embora grande parte dos acidentes acontecem pela falta de experiência e pela ausência de equipamentos de segurança do operador, muitos acidentes são causados por negligência ao improvisar soluções inseguras que podem sobrecarregar a rede elétrica, causando, além de danos físicos ao trabalhador, danos materiais como incêndios e avarias à aparelhos e instalações (BORTOLUZZI, 2009). Tais situações estão ilustradas nas figuras 10 e 11.



FIGURA 10 – SITUAÇÕES PERIGOSAS
FONTE: (FREITAS, 2016)



FIGURA 11 – SOBRECARGA NA TOMADA
FONTE: (FREITAS, 2016)

Vale destacar que tais equipamentos, sejam eles nacionais ou importados, deveram possuir um Certificado de Aprovação (CA) expedido pelo Ministério do

Trabalho e Emprego (MTE). O CA fornece aos EPI's um número de registro que deve, obrigatoriamente, estar exposto no equipamento de segurança. Este número indica que o produto foi testado e aprovado pelo MTE. A validade de um CA tem duração de 5 anos. É de responsabilidade do fabricante renovar esta validade. É possível consultar a validade e outras especificações técnicas dos EPI's e EPC's a partir do número do CA no site do MTE. (SANTOS, 2013).

3. METODOLOGIA

A primeira etapa deste trabalho envolveu uma pesquisa teórica sobre a legislação trabalhista e as normas vigentes cujo objetivo é assegurar menores índices de acidentes de trabalho aos funcionários do setor de eletricidade. O segundo passo foi a definição, aleatória, de dois laboratórios capacitados a realizar o teste de rigidez dielétrica, afim de verificar se atendiam aos requisitos técnicos previstos pela Norma de Competência para Laboratório de Ensaio e Calibração (NBR ISO/IEC 17025), essa norma possui requisitos técnicos, especificando obrigatoriedades de padrão e calibração de equipamentos de segurança.

Foram escolhidos alguns equipamentos para serem submetidos a esses testes. São eles: luva de borracha, calçados de segurança, lençóis isolantes, capacetes e vara de manobra. Todas as imagens que demonstram as etapas dos testes são meramente ilustrativas, sem nenhum vínculo com os resultados aqui relatados.

A figura 12 demonstra etapas de um processo do teste feito com luvas de borracha para BT e AT. Inicialmente, elas foram insufladas para verificação da existência de orifícios, bem como sua resistência, após esta fase, foram submergidas em um reservatório com água para a inserção de hastes energizadas, simulando, desta forma, uma situação de risco ao trabalhador, com condução de eletricidade.



FIGURA 12 – TESTE EM LUVAS DE BORRACHA

FONTE: (ITAIPU, 2016)

Para que estejam em conformidade com a NBR 16295:2014, existem algumas especificações que a luva deve possuir, tais como:

- Cores de contraste intenso, como preto x amarelo, preto x vermelho; **exceto a luva de borracha classe 0 que pode ser em cor única: preto, vermelho** (COPEL, 2016).
- Marcações para identificar:
 - a) marca ou nome do fabricante;
 - b) tipo;
 - c) classe;
 - d) tamanho;
 - e) tensão de trabalho;
 - f) número de série;
 - g) data de fabricação (mês e ano) (é vedado o uso de código);
 - h) número do certificado de aprovação (CA), que deve estar devidamente aprovado junto ao Ministério do Trabalho (COPEL, 2016).

A figura 13 indica algumas dessas marcações exigidas nas luvas.



FIGURA 13 – MARCAÇÕES NA LUVA DE BORRACHA

FONTE: (ORION, 2016)

A figura 14 demonstra uma das etapas da certificação dos EPI's. Após terem sido testadas, algumas luvas e lençóis isolantes necessitam passar pela fase de inserção de selos.



FIGURA 14 – LUVAS E LENÇÓIS ISOLANTES
FONTE: (SINELTEPAR, 2016)

A figura 15 demonstra o processo de testes em capacetes. Este procedimento ocorre de forma muito semelhante ao teste executado com as luvas. A norma que regulamenta esse método de verificação está prevista na norma NBR 8221:2015.



FIGURA 15 – TESTE EM CAPACETE
FONTE: (SINELTEPAR, 2016)

Tal como ocorre com as luvas, os capacetes de segurança também precisam obedecer a algumas especificações (CHESF, 2010):

- **Capacete** - Equipamento usado para proteger a cabeça, constituído essencialmente por casco rígido e suspensão;
- **Capacete tipo I** - Capacete com aba total;
- **Capacete tipo II** - Capacete com aba frontal;
- **Capacete tipo III** - Capacete sem aba;
- **Capacete classe A** - Capacete para uso geral, exceto em trabalhos com energia elétrica;
- **Certificado de Aprovação - CA** Documento expedido pelo órgão nacional competente em matéria de saúde e segurança no trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego, para fins de possibilitar a comercialização do mesmo.
- **Capacete classe B** - Capacete para uso geral, inclusive para trabalhos com energia elétrica;
- **Casco** - Parte rígida do capacete, formada por copa e aba;
- **Copa** - Parte superior do casco.
- **Aba total** - Extensão do casco que se prolonga para fora ao longo de todo o seu Perímetro;
- **Aba frontal** - Extensão do casco que se prolonga para frente, acima dos olhos;
- **Suspensão** - Armação interna do capacete, constituída por carneira e coroa;
- **Carneira** - Parte da suspensão que circunda a cabeça;
- **Coroa** - Conjunto de tiras ou outros dispositivos que, repousando sobre a cabeça, destina-se à absorção da energia do impacto.

Já sobre a execução do teste em vara de manobra, os mesmos devem estar em conformidade com as exigências das normas NBR 11854:1992 e ASTM F 711. As varas de manobra devem ser expostas a uma tensão conforme especificada pelo fabricante. A figura 16 mostra um detalhe deste processo de execução do teste dielétrico.



FIGURA 16 – TESTE EM VARA DE MANOBRA

FONTE: (SINELTEPAR, 2016)

Para os testes realizados com os lençóis isolantes, o procedimento requer uma placa de aço onde se aplica uma tensão, conforme previsto na norma ASTM D 1048, a figura 17 demonstra esse procedimento.



FIGURA 17 – TESTE EM LENÇOL ISOLANTE

FONTE: (SINELTEPAR, 2016)

A seguir, a figura 18 apresenta a aplicação do lençol isolante, bloqueando um possível contato do trabalhador com a rede elétrica.

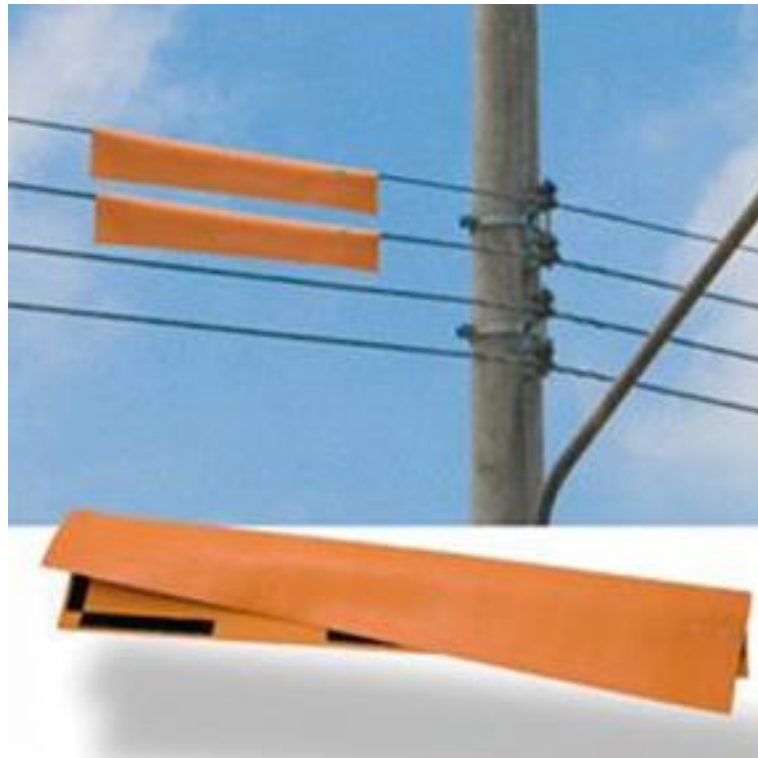


FIGURA 18 – APLICAÇÃO DO LENÇOL ISOLANTE

FONTE: (SINELTEPAR, 2016)

Sobre os testes realizados com os calçados de segurança, seu procedimento envolve a aplicação de um bloco de aço ou várias esferas do mesmo material em seu interior. A seguir, aplica-se uma tensão conforme previsto na norma NBR 12576:1992. A figura 19 demonstra o momento de descarga elétrica em um calçado contendo esferas de aço. Neste caso, o equipamento de segurança foi reprovado, pois entrou em combustão após a realização do teste.



FIGURA 19 – TESTE EM CALÇADO DE SEGURANÇA
FONTE: (ITAIPU, 2016)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os gráficos a seguir trazem os resultados obtidos com os testes dielétricos realizados em dois laboratórios distintos. Vale destacar que todos os procedimentos foram realizados seguindo as orientações técnicas previstas nas normas de cada equipamento testado, ressaltando ainda que todos os equipamentos encontravam-se novos, sem uso. Foram eles: lençóis isolantes, luvas de borracha, calçados de segurança, vara de manobra e capacete. Os testes ocorreram nos dias 21/07/2016 e 13/09/2016

Os gráficos 1 e 2, demonstram os resultados obtidos no laboratório 1 e 2, respectivamente, feitos com os lençóis isolantes. No primeiro ensaio, como mostra o gráfico 1, 29 lençóis foram testados e 1 apresentou falha técnica, tendo sido reprovado por não suportar a tensão aplicada.

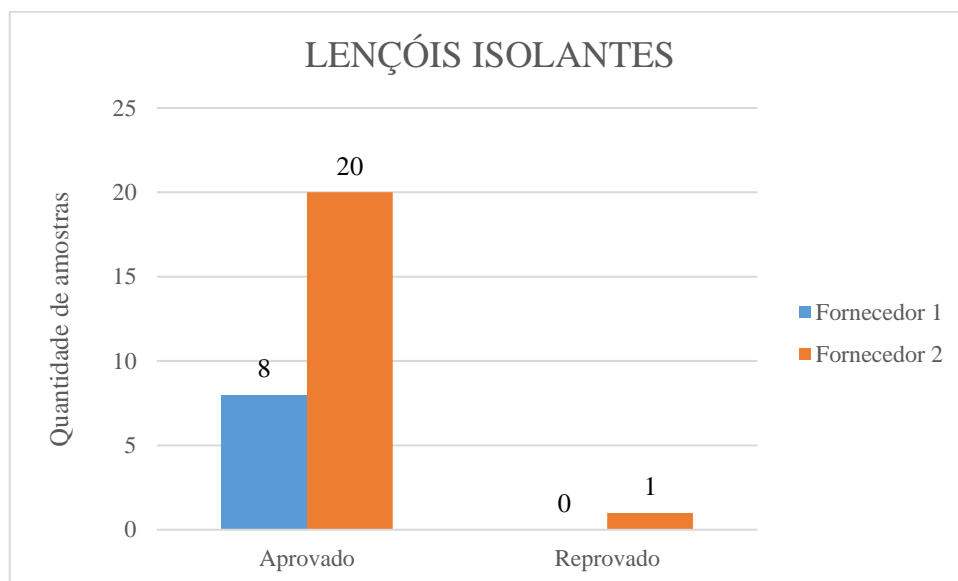


GRÁFICO 1 – LENÇÓIS ISOLANTES LABORATÓRIO 1

FONTE: (AUTOR, 2016)

No segundo ensaio, como demonstrado no gráfico 2, 29 lençóis foram testados, deles um total de 3 produtos foram reprovados, sendo 2 de um mesmo fornecedor e 1 de outro distinto. Para todos, o motivo da reprovação foi o mesmo: não suportaram a tensão aplicada.

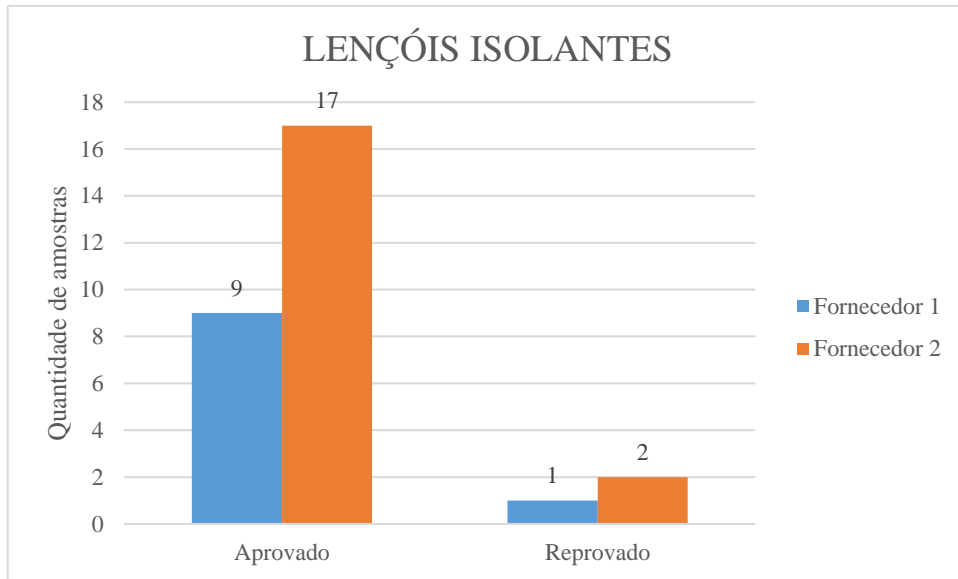


GRÁFICO 2 – LENÇÓIS ISOLANTES LABORATÓRIO 2

FONTE: (AUTOR, 2016)

Os gráficos 3 e 4 apresentam os resultados obtidos com as luvas de borracha nos laboratórios 1 e 2, respectivamente. Foram submetidas aos testes 29 amostras no primeiro ensaio, conforme demonstrado no gráfico 3, uma delas, do fornecedor 2, foi reprovada por apresentar uma avaria física (furo).

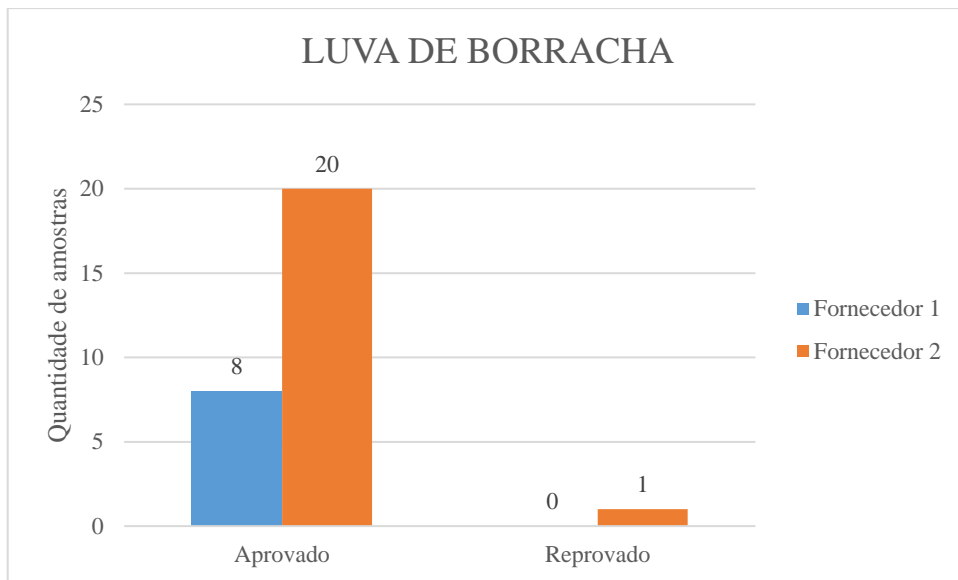


GRÁFICO 3 – LUVA DE BORRACHA LABORATÓRIO 1

FONTE: (AUTOR, 2016)

No segundo ensaio, 14 amostras foram testadas, como ilustra o gráfico 4, não houve nenhuma reprovação.

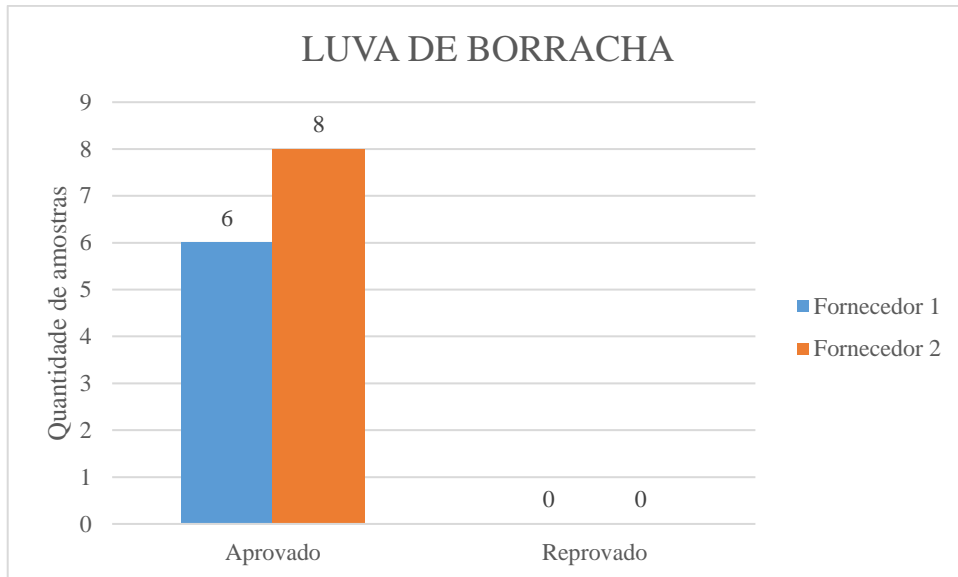


GRÁFICO 4 – LUVA DE BORRACHA LABORATÓRIO 2

FONTE: (AUTOR, 2016)

Os gráficos 5 e 6 exibem os resultados dos testes obtidos com os calçados de segurança nos laboratórios 1 e 2, respectivamente. No primeiro ensaio, com os dados representados pelo gráfico 5, 32 amostras foram testadas, com 8 reprovações, sendo 6 amostras do fornecedor 1 e 2 amostras do fornecedor 2. Todas as reprovações acima mencionadas decorreram da incapacidade de suportar a tensão aplicada.

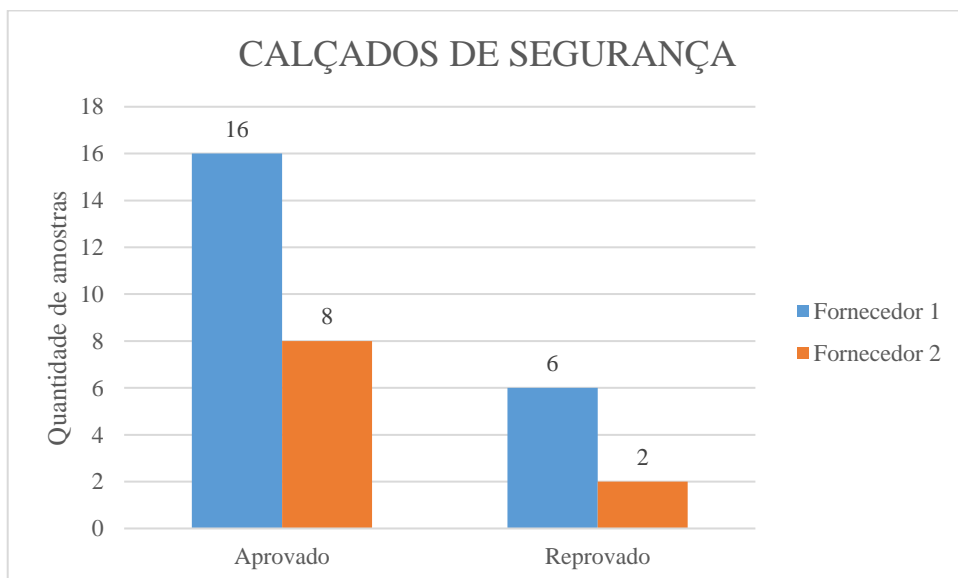


GRÁFICO 5 – CALÇADOS DE SEGURANÇA LABORATÓRIO 1

FONTE: (AUTOR, 2016)

O gráfico 6 traz os resultados do segundo ensaio, com 16 produtos testados e nenhuma reprovação. Apesar de todos terem sido aprovados, um fato chama a

atenção para os calçados de segurança deste fornecedor: os laudos que acompanhavam os mesmos não apresentavam detalhamento da tensão suportada pelo EPI em questão, conforme indica a figura 20.

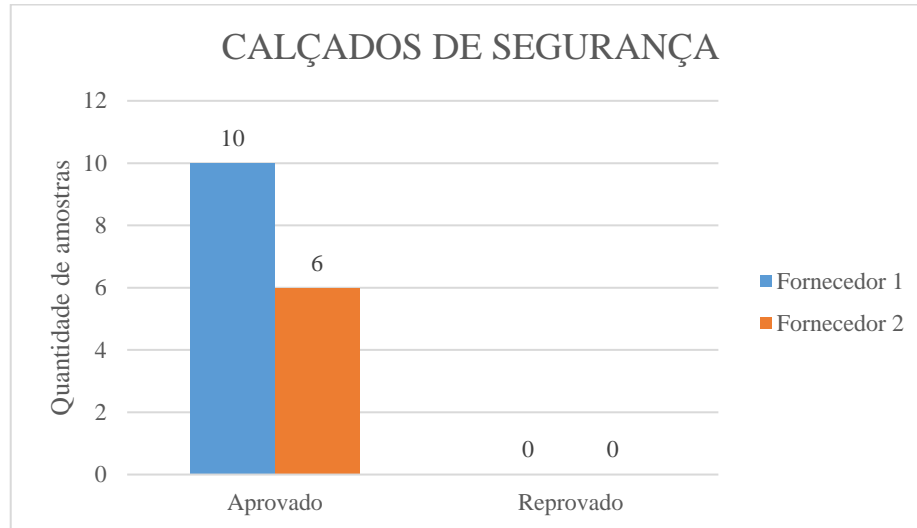


GRÁFICO 6 – CALÇADOS DE SEGURANÇA LABORATÓRIO 2

FONTE: (AUTOR, 2016)

Nº	Nº do Ensaio	Estado	Tamanho	Resultado
01	0836	Nova	42	Aprovado
02	0837	Nova	42	Aprovado
03	0838	Nova	42	Aprovado
04	0839	Nova	42	Aprovado
05	0840	Nova	41	Aprovado
06	0841	Nova	41	Aprovado
07	0842	Nova	41	Aprovado
08	0843	Nova	41	Aprovado

FIGURA 20 – RESULTADOS DOS CALÇADOS DE SEGURANÇA LABORATÓRIO 2 – SEM ESPECIFICAÇÃO DE TENSÃO

FONTE: (LABORATÓRIO 2,2016)

A figura 21 traz um exemplo de como o laudo deveria informar os dados da tensão máxima aplicada no produto.

Nº	Nº do Ensaio	Tensão Aplicada (kV)	Corrente de Fuga (mA)	Cor	Forma	Resultado
01	0858	2,5	-	Laranja	320x380	Aprovado
02	0859	2,5	-	Laranja	320x380	Aprovado
03	0860	2,5	-	Laranja	320x380	Aprovado
04	0861	2,5	-	Laranja	320x380	Aprovado

FIGURA 21 – RESULTADOS DOS LENÇÓIS ISOLANTES – FORMA CORRETA

FONTE: (LABORATÓRIO 2,2016)

Os gráficos 7 e 8 demonstram os resultados obtidos com os testes em vara de manobra nos laboratórios 1 e 2, respectivamente. No primeiro ensaio 13 produtos foram testados, com nenhuma reprovação.

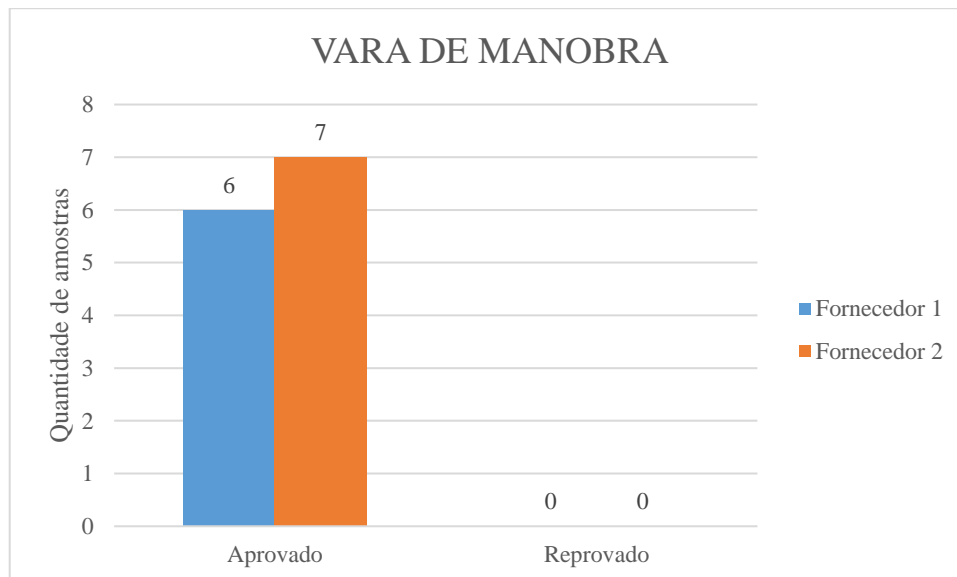


GRÁFICO 7 – VARA DE MANOBRA LABORATÓRIO 1

FONTE: (AUTOR, 2016)

No segundo ensaio, conforme indica o gráfico 8, 5 produtos foram testados, sem nenhuma reprovação. O teste para a vara de manobra avalia três componentes: punho, intermediária e ponteira, como indica a figura 22.

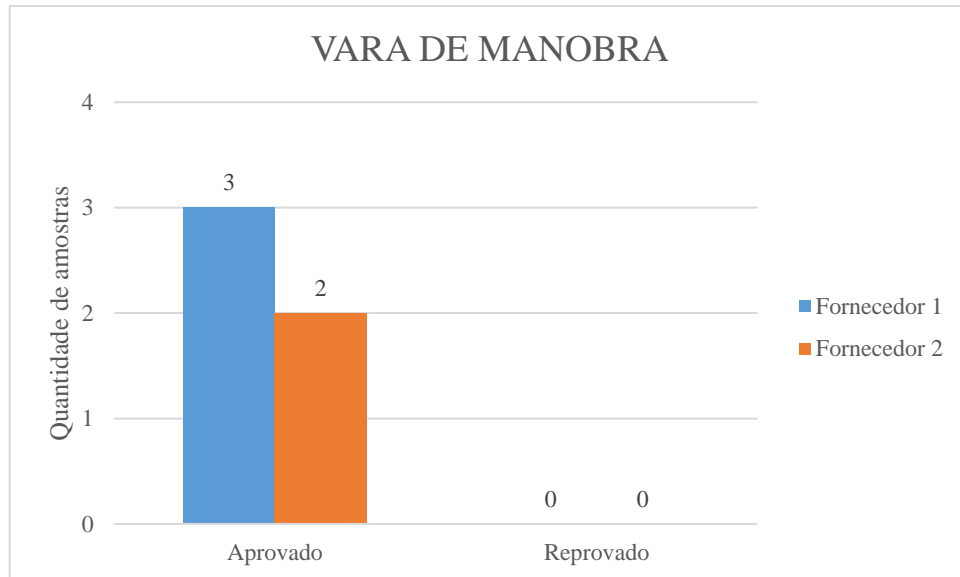


GRÁFICO 8 – VARA DE MANOBRA LABORATÓRIO 2

FONTE: (AUTOR, 2016)

Rastreamento nº	Elemento	Dimensões (mm)	Tensão aplicada (KV)	Resultado
235	punho	38x1400	50	Aprovado
234	intermediária	38x1400	50	Aprovado
233	intermediária	38x1400	50	Aprovado
232	ponteira	32x1400	50	Aprovado
231	punho	38x1400	50	Aprovado
230	intermediária	38x1400	50	Aprovado
229	intermediária	38x1400	50	Aprovado

FIGURA 22 – RESULTADOS VARA DE MANOBRA LABORATÓRIO 2

FONTE: (LABORATÓRIO 2,2016)

O último equipamento testado foi o capacete do tipo B. Os gráficos 9 e 10 trazem os resultados alcançados nos laboratórios 1 e 2, respectivamente. O gráfico 9 mostra os dados do primeiro ensaio, envolvendo 30 amostras. Não houve nenhuma reprovação.

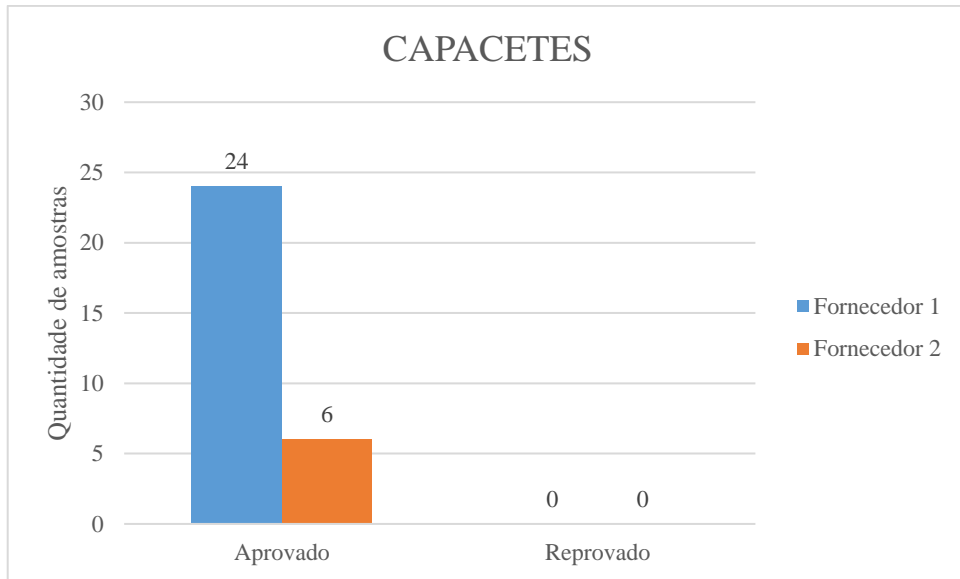


GRÁFICO 9 – CAPACETES LABORATÓRIO 1

FONTE: (AUTOR, 2016)

O gráfico 10 ilustra o segundo ensaio. Nele foram testadas 36 amostras e também não apresentou reprovações.

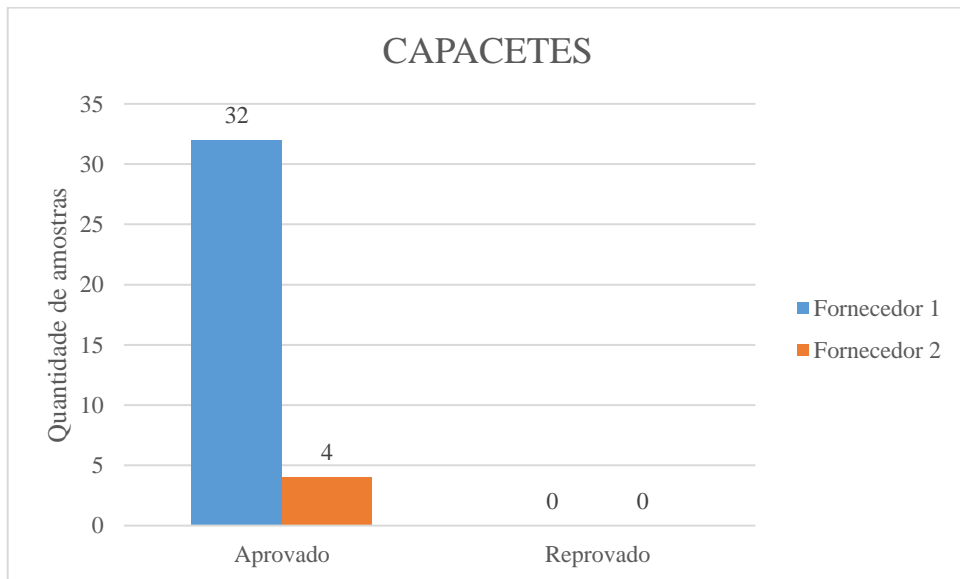


GRÁFICO 10 – CAPACETES LABORATÓRIO 2

FONTE: (AUTOR, 2016)

5. CONCLUSÕES

Os testes realizados no decorrer deste trabalho demonstraram que, embora todas as amostras testadas estivessem acompanhadas por seus respectivos laudos de aprovação, comprovando sua qualidade técnica, muitas amostras, ao serem submetidas ao teste de rigidez dielétrica foram reprovadas.

No caso dos lençóis isolantes e dos calçados de segurança, a reprovação ocorreu por não terem suportado a tensão aplicada durante os ensaios, mesmo estando dentro dos valores indicados pelos fabricantes e reiterado pelos laudos emitidos pelos laboratórios de certificação.

Já com as luvas de borracha, a inconsistência que levou à reprovação foi a presença de orifícios identificados durante o teste de insuflamento.

Todavia, essas reprovações ocorreram com apenas 5,6% de todas as 233 amostras de EPI's testados.

Em algumas categorias (capacetes do tipo B e vara de manobra), nenhuma reprovação foi registrada.

Vale destacar também que, além das falhas que impediram a aprovação de 13 produtos testados, laudos foram encontrados incompletos, não contendo a informação da tensão aplicada no teste que aprovou os produtos que os mesmos acompanhavam.

Diante dos dados obtidos e da verificação do teste de rigidez dielétrica como uma metodologia segura para identificar falhas nos EPI's. Para completar esse quadro, muitos equipamentos são produzidos fora do território nacional e, por sua vez, também sem adequação aos itens normativos brasileiros.

Concluimos que o consumidor final refaça os ensaios em outro laboratório, comparando os resultados para aumentar o índice de segurança do trabalhador.

Os testes realizados no decorrer desse trabalho permitiram visualizar uma lacuna existente, entre as normas que preveem a produção e certificação dos equipamentos de proteção e sua efetiva capacidade de prevenir acidentes laborais.

Os problemas encontrados no produto oferecido ao trabalhador são fruto de uma cadeia de erros de emissões: primeiro, a tentativa de mitigar custos com a produção, levando os fabricantes a usar matéria-prima de baixa qualidade; o

segundo, mas não menos dramático, é a negligência dos laboratórios que deveriam assumir o papel de fiscalização, impedindo que tais atitudes ocorressem.

Embora possua uma metodologia adequada para verificar o grau de resistência dos equipamentos, quando submetido a citações extremas os laboratórios parecem assumir um papel de cumplicidade com a negligência dos fabricantes, impedindo que a norma NR10 seja posta em prática uma vez comprovada a capacidade dos testes dielétricos para acusar falhas nos EPI's e EPC's e, conseqüentemente, na prevenção de acidentes de trabalho, os dados aqui colhidos nos levam a constatar que a carência na fiscalização tem cerceado o direito dos trabalhadores de ter acesso a equipamentos de qualidade e de fato seguros.

REFERÊNCIAS

- ABNT. (2004). ABNT NBR IEC 60156:2004.
- ANEEL. (2016). ANEEL. Acesso em 12 de Outubro de 2016, disponível em Aneel: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/IndicadoresSegurancaTrabalho/pesquisaGeral.cfm>
- ATLAS, E. (2016). *Segurança e Medicina do Trabalho - Atlas - 77a. Edição*. São Paulo: Atlas.
- AUTOR, O. (2016).
- BELTRAMI, M., & STUMM, S. (2013). *EPI e EPC*. Curitiba: Instituto Federal do Paraná.
- BORTOLUZZI, H. (agosto de 2009). Choque elétrico - Barrashoppingsul. p. 47.
- BRESSI, R. (2017). O que é o Equipamento de Proteção Individual – EPI?
- CHESF. (2010). ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE CAPACETES DE SEGURANÇA, SUSPENSÃO E JUGULAR.
- COPEL. (2016). COPEL. Acesso em 06 de Novembro de 2016, disponível em Copel: www.copel.com.br
- COTRIM, A. A. (2003). *Instalações Elétricas^a Edição*. São Paulo: Pearson Pretice Hall.
- CREDER, H. (2002). *Instalações elétricas*. São Paulo: LTC.
- FREITAS, T. (2016). *Alternativo*. Acesso em 06 de Novembro de 2016, disponível em Alternativo: <http://www.alternativorg.com.br>
- FUNDACENTRO. (20 de maio de 2016). *Norma regulamentadora NR 10. Segurança em instalações e serviços em eletricidade*. Fonte: Comissão tripartite permanente de negociação do setor elétrico no estado de são paulo – cpn/sp: <http://www.fundacentro.gov.br/dominios/ctn/anexos/cdNr10/Manuais/Manual%20NR-10.pdf>
- INMETRO. (2005). Fonte: Inmetro: <http://www.inmetro.gov.br/>
- ITAIPU. (2016). *ITAIPU*. Acesso em 2016 de Novembro de 06, disponível em Itaipu: <http://jie.itaipu.gov.br>
- KOWALSKI, E. L. (2016). ESTUDO DA BORRACHA NATURAL POR MEIO DE TÉCNICAS DE CARACTERIZAÇÃO DE DIELETRICOS.

- MUNDO DA ELÉTRICA*. (2016). Acesso em 25 de Setembro de 2016, disponível em Mundo da Elétrica: <https://www.mundodaeletrica.com.br/lei-de-ohm/>
- ORION. (2016). *ORION*. Acesso em 06 de Novembro de 2016, disponível em Orion: www.orionsa.com.br
- PMESP. (18 de Dezembro de 2016). *Polícia Militar do Estado de São Paulo*. Fonte: Polícia Militar do Estado de São Paulo: www.policiamilitar.sp.gov.br/
- S.A, F. C. (2006). *Apostila Curso Básico -Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade*. Rio de Janeiro: Superintendência de Recursos Humanos, Departamento de Segurança e Higiene industrial.
- SANTOS, F. F. (2013). Principais consequências da não aplicação da nr-10 – avaliação das instalações elétricas de baixa tensão de uma unidade militar de aquartelamento.
- SINELTEPAR. (2016). *SINELTEPAR*. Acesso em 06 de Novembro de 2016, disponível em Sineltepar: <http://www.sineltepar.org.br>
- STUMM, S. (2006). A influência do arranjo físico nos níveis de ruído em canteiros de obras – um estudo de caso na cidade de Curitiba, Paraná. p. 134.
- UFRRJ. (2016). Acesso em 25 de Setembro de 2016, disponível em UFRRJ: <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/eletric.htm>
- ZANCHETA, M. N. (2002). *Fundamentos de Segurança no Setor Elétrico*. São Paulo: Érica.