

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Guilherme Thomaz Ferraz Esteves

**VESTIMENTAS DE SEGURANÇA PARA TRABALHADORES DA
ÁREA DE ELETRICIDADE**

Taubaté – SP

2010

Guilherme Thomaz Ferraz Esteves

**VESTIMENTAS DE SEGURANÇA PARA TRABALHADORES DA
ÁREA DE ELETRICIDADE**

Monografia apresentada para obtenção do certificado de especialização em engenharia de segurança do trabalho do departamento de engenharia civil e ambiental da Universidade de Taubaté.

Orientador: Engenheiro Arthur Eduardo Mari

Taubaté – SP

2010

GUILHERME THOMAZ FERRAZ ESTEVES
VESTIMENTAS DE SEGURANÇA PARA TRABALHADORES DA ÁREA DE
ELETRICIDADE

Monografia apresentada para obtenção do certificado de especialização em engenharia de segurança do trabalho do departamento de engenharia civil e ambiental da Universidade de Taubaté.

Data:

Resultado:

Assinatura:

BANCA EXAMINADORA

Engenheiro Arthur Eduardo Mari

Assinatura _____

Prof. engenheiro Carlos Alberto Guimarães Garcez

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. engenheiro João Alberto Barjel

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Dedico a minha amada esposa Elaine, pela compreensão, amor e apoio em todos os momentos difíceis nesta e em todas as jornadas que passei até o presente momento.

Guilherme Thomaz Ferraz Esteves

AGRADECIMENTOS

Expresso os meus mais sinceros agradecimentos ao engenheiro Arthur Eduardo Mari pela orientação, ao professor engenheiro João Alberto Barjel pelas inúmeras sugestões e motivações que ajudaram na elaboração deste trabalho tornando possível o término desta especialização, também ao professor engenheiro Carlos Alberto Guimarães Garcez pela coordenação deste curso, à professora Dr^a. Maria Júlia Ferreira Xavier Ribeiro que forneceu as ferramentas necessárias para elaboração e adequação desta monografia ao representante da classe João Pires e a todos os outros professores do curso que compartilharam as suas experiências e transmitindo o melhor de si, proporcionando um ótimo aprendizado.

RESUMO

O trabalho apresenta argumentos técnicos que comprove a importância do uso de vestimentas de proteção para profissionais cujas atividades têm algum envolvimento direto ou indireto com o efeito da corrente elétrica. Estes envolvimento podem levar às condições de riscos do tipo físico, que provocam graves queimaduras, podendo levar ao óbito ou na maioria das situações deixam danos que causam limitações físicas e psicológicas nas vítimas. Devido à seriedade e complexidade do assunto estes equipamentos de proteção individual devem ser especificados por profissionais legalmente habilitados, os quais tenham o verdadeiro comprometimento com a prevenção de acidentes, assegurando assim a integridade física dos trabalhadores. Os profissionais que possuem este perfil são os engenheiros especialistas na segurança do trabalho; tal rigor profissional é necessário devido ação da eletricidade nos seres vivos e a dificuldade no entendimento e na percepção deste fenômeno físico. Além da preocupação no dimensionamento das vestimentas, todos os trabalhadores que executam tarefas nas proximidades das áreas que contenham eletricidade devem estar cientes dos riscos, sendo é indispensável que os mesmos tenham a comprovação e o conhecimento da norma regulamentadora NR 10. Essa norma aborda as condições mínimas de segurança junto à eletricidade, com medidas de controle e sistemas preventivos.

Palavras chave: Vestimentas de Proteção. Queimaduras. Eletricidade.

ABSTRACT

The object of this monograph is to present technical arguments that prove the importance of the use of protection garments for professionals whose activities have some involvement direct or indirect with the effect of the electric current. These involvements can take to the conditions of risks of the physical type, that they provoke serious burns, could take to the death or in most of the situations they leave damages that cause physical and psychological limitations in you sacrifice them. Due to the seriousness and complexity of the subject these equipments of individual protection should always be specified by professionals legally qualified that have the true compromising with the prevention of accidents, assuring like this the workers' physical integrity. The professionals that possess this profile are the specialist engineers in the safety of the work, such a professional rigidity is owed necessary action of the electricity in the alive beings and the difficulty in the understanding and in the perception of this physical phenomenon. Besides the concern in the due sizing of the garments, all the workers that execute tasks in the proximities of the areas that contain electricity should be aware of the risks, soon it is indispensable that the same ones have the proof and the knowledge of the norm regulatory 10 - NR 10 -, in this norm they are approach safety's minimum conditions close to the electricity, with implementation of control measures and preventive systems.

Key words: Protection garments. Burns. Electricity.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Classificação da categoria por energia incidente e vestimentas	30
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Porcentagens e gravidade das lesões

28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Camadas da pele que podem ser afetadas pela queimadura	19
Figura 2 Queimadura de 1° grau - Vermelhidão no local	22
Figura 3 Queimadura de 2° grau - Vermelhidão e bolhas d'água	23
Figura 4 Queimadura 3° grau – Necrose	24
Figura 5 Arranjo básico da câmara de arco	26
Figura 6 Arranjo para ensaio de vestimentas com modelo de prova	26
Figura 7 Jaqueta de segurança após ensaio com resultado positivo	27
Figura 8 Porcentagem de gravidade das lesões por queimadura	28
Figura 9 Conjunto de vestimentas de proteção (Risco 1)	34
Figura 10 Conjunto de vestimentas de proteção (Risco 2)	34
Figura 11 Conjunto de vestimentas de proteção (Risco 3)	35
Figura 12 Conjunto de vestimentas de proteção (Risco 4)	35
Figura 13 Trabalhador equipado em uma atividade de risco	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Ensaio de tecido com resultado negativo: ruptura (perfuração) e ultrapassagem do valor limite de Stoll 27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivo	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 Normas Regulamentadoras	16
2.2 Arco Elétrico	17
2.3 Queimaduras	18
3 MÉTODO	20
4 RESULTADO E DISCUSSÕES	21
4.1 Queimaduras de 1º grau	21
4.2 Queimaduras de 2º grau	22
4.3 Queimaduras de 3º grau	23
4.4 Primeiros Socorros	24
4.5 Ensaios	25
4.6 Determinando a Categoria do Risco	29
4.7 Vestimentas de Proteção	30
4.7.1 Vestimentas de proteção para uso diário	31
4.7.2 Vestimentas de proteção para uso em manobras	31
4.7.3 Requisitos para as vestimentas	31
4.7.4 Tipos Vestimentas	33
5 CONCLUSÃO	37
BIBLIOGRAFIA	38

1 INTRODUÇÃO

A segurança no trabalho foi criada para proteger o trabalhador no seu local de trabalho, visando à redução de acidentes e doenças ocupacionais. Esse trabalho permite definir conceitos, ações e responsabilidades para vestimentas de segurança para profissionais envolvidos nas atividades com eletricidade, assegurando proteção contra os efeitos da corrente elétrica em caso de falhas do sistema ou manobras de desenergização.

No Capítulo 2 exibe as principais atividades que proporcionam riscos no setor elétrico, métodos de controle, conceito de equipamentos de proteção individual, exigência legais para equipamentos de proteção individual, definição de arco elétrico e lesões causadas pelo mesmo.

O Capítulo 3 relata a metodologia aplicada para estudo desse trabalho, mostrando os meios utilizados para a realização desta pesquisa, bem como as fontes utilizadas.

O Capítulo 4 são apresentados os resultados e discussões obtidos durante a execução do trabalho, noções de primeiros socorros, ensaios e tipos de indumentárias e métodos para a obtenção das categorias dos riscos.

A Conclusão bastante objetiva destaca a importância da conscientização dos trabalhadores do setor elétrico para a diminuição das lesões decorrente aos efeitos da corrente elétrica.

1.1 Objetivo

Conscientizar os profissionais envolvidos em sua prática profissional com energia elétrica sobre a necessidade do uso de vestimentas de segurança nos procedimentos de manutenção e operação.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Os profissionais que atuam na área de eletricidade estão expostos a inúmeros riscos diariamente, com variadas formas de ocorrências, que dentre as mais comuns estão às operações de manobras com circuitos energizados, manutenções e medições. Quando ocorre alguma falha do sistema ou devido à imperícia do trabalhador as conseqüências podem ser as mais graves, tanto para o trabalhador envolvido como para as pessoas que estão nas proximidades.

As vestimentas de proteção têm como sua principal característica impedir que a alta temperatura gerada pelo arco elétrico entre em contato direto ou indiretamente com o trabalhador; esta redução à exposição pode ser o fator que irá determinar se a pessoa envolvida terá alguma chance de vida, sofrendo queimaduras ou levada ao óbito.

Contanto o uso das vestimentas não deve ser considerado como único meio de proteção, pois existem outras medidas de maior ou igual importância, e as mesmas são apresentadas por treinamentos e cursos aos trabalhadores, estes devidamente ministrados e com base na NR 10, que aborda a segurança em instalações e serviços com eletricidade, contendo os procedimentos de segurança e situações que devem ser evitados. Este curso deve ser exigido a todos os trabalhadores que estão expostos a eletricidade e por ser de cunho legal o não cumprimento é passível de penalidades. Além dessa atitude, o empregador deve informar aos empregados sobre os riscos de suas atividades, pois realizando tal procedimento, poderá reduzir significativamente os acidentes tendo em vista que o seu trabalhador estará ciente dos riscos e com isso terá a capacidade de prever as situações de riscos.

Um erro comum é pensar que os equipamentos de proteção individual têm a capacidade de evitar ou proteger totalmente o trabalhador; tal idéia é equivocada, pois estes equipamentos são destinados apenas para minimizar os danos, outro erro é no ato da especificação e conservação dos equipamentos; este descuido é o mais grave porque trás uma falsa sensação de segurança ao trabalhador. Logo para evitar estes problemas anteriormente citados, devem-se prever ensaios para comprovar a integridade do equipamento, sempre sobre supervisão técnica adequada. O perfil do profissional responsável e capacitado para estas tarefas só pode ser obtido após de uma especialização em engenharia de segurança do trabalho, no qual o mesmo deverá ter concluído algum curso de graduação nas áreas das engenharias ou arquitetura.

As principais fontes de pesquisa necessárias para um bom entendimento na importância do uso de vestimentas de segurança para os trabalhadores da área de elétrica consistem em consultar primeiramente as normas que delegam direitos e obrigações das partes envolvidas, ou seja, empregado e empregador. A lei, a qual regulamenta estes direitos e obrigações é a NR 1 – Disposições gerais; não é por menos que esta é primeira norma que se deve consultar, pois é partindo do cumprimento desta que se realizarão as conformidades das demais.

A NR 10 é uma norma que tem a intenção de introduzir o conceito de segurança nas atividades relacionadas à eletricidade; sendo assim ela não ensina exatamente como fazer e sim fornece diretrizes que indicam o que fazer. Esta idéia faz com que profissionais não fiquem simplesmente limitados em rotinas e sim em buscar ampliação dos meios de controle dos riscos. Tomando a lógica apresentada, esse trabalho foi desenvolvido sob consultas às norma existente referente à eletricidade e a norma NR 6 - equipamentos de proteção individual.

2.1 Normas Regulamentadoras

No Brasil, a NR-6 - Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego estabelece as exigências legais para Equipamentos de Proteção Individual (EPI):

[...] considera-se equipamento de proteção individual – 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 (NR 6, ITEM 6.1).

Nesta norma não está explícito a necessidade de proteção contra arcos elétricos, que é o principal agente físico causador das lesões por queimadura, mas tomando como base a NR – 10:

As vestimentas de trabalho devem ser adequadas às atividades, devendo contemplar a condutibilidade, inflamabilidade e influências eletromagnéticas (NR 10, ITEM 10.2.9.2).

Estes são apenas dois itens que remetem a obrigatoriedade de se buscar meios de proteção, porém ainda contido nas NR 6 e NR 10 existem outros vários itens relacionados às vestimentas, no entanto somente estes dois itens descritos já nos levam a ver a importância que os EPI's devem proteger os trabalhadores contra agentes térmicos tanto para cabeça, face, membro superior e inferior quanto ao corpo inteiro, sendo recomendado para as situações que podem ocorrer falhas nas medidas de controle, tendo a finalidade de reduzir os danos causados pelos efeitos do arco elétrico.

2.2 Arco Elétrico

As conseqüências de algum tipo de falha do sistema ou do trabalhador podem ocasionar a geração do arco elétrico, que é o principal agente causador dos acidentes no setor elétrico. O arco elétrico é um fluxo de energia, o qual pode ser liberado instantaneamente no ar, circundante entre dois condutores energizados ou entre um condutor energizado e a terra, proveniente de uma corrente elétrica que se estabelece entre os mesmos. Abaixo há uma citação que indica os efeitos esperados por este fenômeno:

[...] o calor gerado por esta energia pode ser transmitido por condução, por convecção e por irradiação, além das queimaduras o arco elétrico emite materiais vaporizados, radiação infravermelha, luminosa e ultravioleta, além de causar sobrepressões quando ocorrem dentro de invólucros como os compartimentos dos painéis elétricos e nas imediações (SOUZA J.J.B,2009).

A energia transmitida por condução é aquela que pela qual se transmite o calor através do próprio material, de molécula a molécula ou corpo a corpo; já a transmissão por convecção é aquela que é transmitida através de uma massa de ar aquecida, que se desloca do local em chamas, levando para outros locais uma quantidade de calor suficiente para que os materiais combustíveis existentes no ambiente atinjam seu ponto de combustão, originando outro foco de fogo. Por fim a transmissão por irradiação é aquela que o calor se transmite por ondas caloríficas através do espaço, sem utilizar qualquer meio material.

Após esta breve explicação sobre o arco elétrico e seus efeitos, espera-se que não ocorra seu surgimento, mas não é bem assim na área da elétrica. Em

alguns casos eles são esperados e inevitáveis, sendo assim a engenharia elétrica dispõe de processos particulares de interrupção, além do uso de disjuntores que tem a capacidade de extinguir o arco elétrico. Não obstante, em alguns casos, infelizmente, podem ocorrer falhas, propiciando acidentes.

2.3 Queimaduras

A queimadura é dada por uma lesão produzida no tecido de revestimento do organismo, podendo ser ocasionados por agentes térmicos, elétricos, produtos químicos, irradiações ionizantes e animais peçonhentos, sendo que cada tipo de agente poderá gerar e variar na gravidade das queimaduras. Elas podem ser produzidas por contato direto, ou seja, quando se toca uma superfície condutora; este tipo de queimadura pode ser bem grave e profundo, já as queimaduras geradas por arco voltaico que é a grande responsável pelas lesões de 2º e 3º graus, tendo a capacidade de queimar roupas, emitir vapores de material ionizado, além de raios ultravioletas. Já as queimaduras por radiação e vapor metálico são obtidas pela fusão de um elo fusível ou condutor, emitindo vapores e derramamento de metais derretidos, que podem atingir pessoas localizadas nas proximidades.

[...] estudos de A. M Stoll e M. A Chianta o calor necessário para queimadura do 2º grau é de 1,2 cal/cm² ou o equivalente 5 joule/cm² (Aerospace Medicine, 1969), portanto as vestimentas de proteção são submetidas a ensaios seguindo as normas internacionais IEC 61482-1 e IEC 61482-1-2 (ELETRICIDADE MODERNA, 2009).

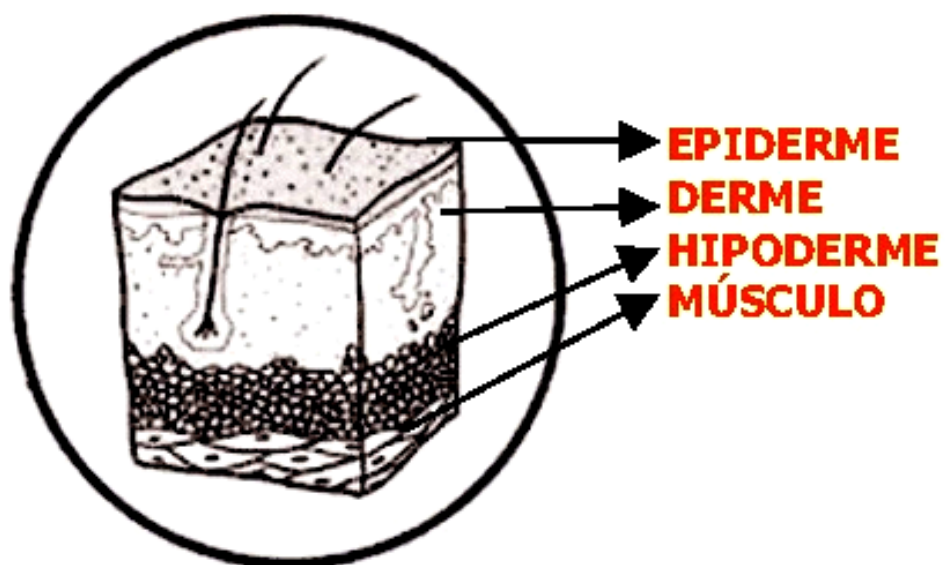


Figura 1 Camadas da pele que podem ser afetadas pela queimadura

Fonte: Manual de treinamento NR10, 2007

3 MÉTODO

A metodologia utilizada está fundamentada na Portaria n. 3.214, de 8 de junho de 1978, NR6 e NR10, em consulta à 'sites' da Fundacentro e concessionárias de energia, nas normas internacionais IEEE1584 e NFPA 70E, catálogos de produtos da Qualytextil e artigos de revistas técnicas do setor elétrico.

4 RESULTADO E DISCUSSÕES

As lesões causadas pelo arco elétrico podem ser de vários tipos. São classificadas como queimaduras de 1º, 2º ou 3º graus, sendo que cada uma indica qual camada foi atingida. Entretanto, as queimaduras originadas pela corrente elétrica são diferentes daquelas causadas por efeitos químicos, térmicos ou biológicos, pois devido à alta resistência da pele, a passagem de corrente elétrica produz alterações estruturais conhecidas como 'marcas de corrente'.

4.1 Queimaduras de 1º grau

A queimadura de 1º grau é considerada a de menor gravidade. É caracterizada por atingir somente a epiderme e os seus sintomas são de dores locais e vermelhidão da área atingida.

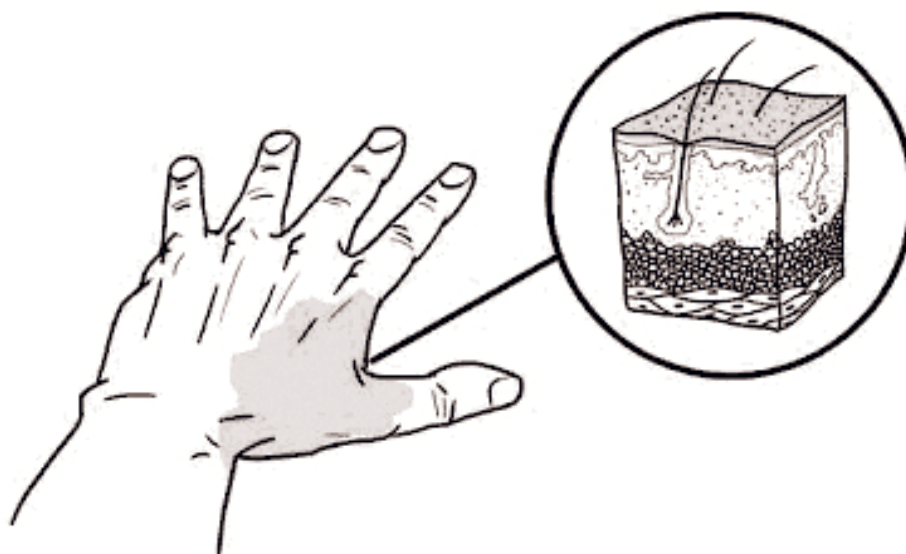


Figura 2 Queimadura de 1º grau - Vermelhidão no local

Fonte: Manual de treinamento NR10, 2007.

4.2 Queimaduras de 2º grau

Diferentemente das queimaduras de 1º grau, esta atinge a epiderme e derme, provocando dores similares a queimadura anteriormente citada, apresentando também vermelhidão na área, acompanhada por bolhas d'água.

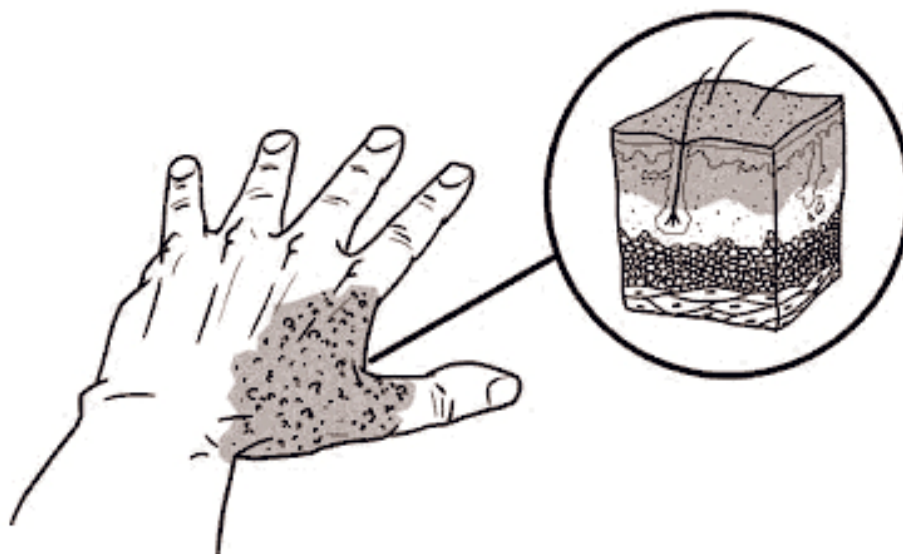


Figura 3 Queimadura de 2º grau - Vermelhidão e bolhas d'água

Fonte: Manual de treinamento NR10, 2007.

4.3 Queimaduras de 3º grau

As queimaduras de 3º grau são consideradas as de maior gravidade, responsáveis pelos piores quadros. Seu sintoma é ausência de dor, pois a lesão atinge as terminações nervosas e na maioria das vezes não é possível à recuperação do tecido, pois ela atinge todas as camadas da pele, alcançando os tecidos mais profundos, podendo chegar até ao osso, o que pode ocasionar amputações ou seqüelas para o resto da vida.

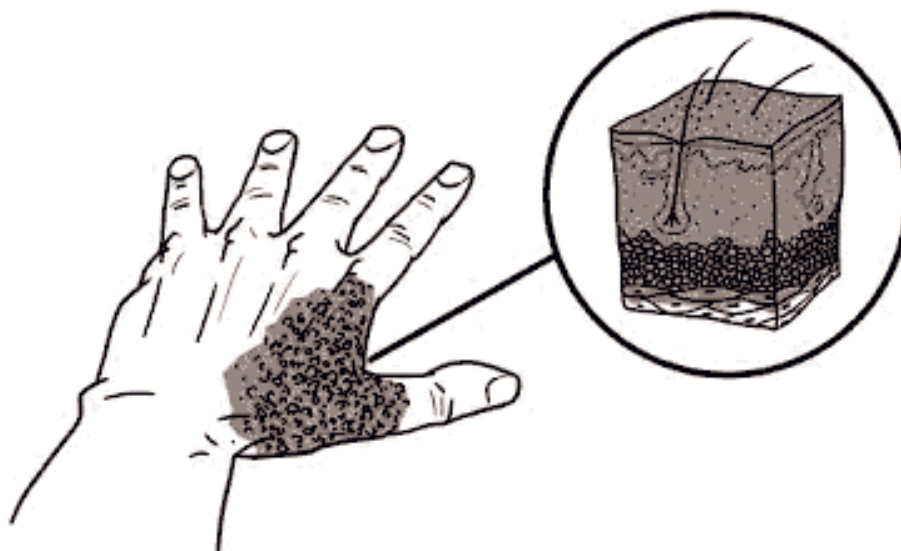


Figura 4 Queimadura 3º grau – Necrose

Fonte: Manual de treinamento NR10, 2007.

4.4 Primeiros Socorros

Quando ocorrer acidentes envolvendo queimaduras ocasionadas pelo arco elétrico, alguns procedimentos devem ser feitos para se obter o maior controle da situação e com isso minimizar o sofrimento da vítima: prestando os primeiros socorros. Os danos causados podem ser inúmeros, variando as combinações de sintomas como, por exemplo, hemorragias, convulsões, desmaios e lesões traumáticas de ossos, articulações e músculos. Logo, a pessoa que prestar os primeiros socorros deve estar preparada para proceder corretamente, sem colocar em risco a própria vida e a do acidentado. Como o assunto é extenso e específico para cada situação, abaixo estão descreve-se os procedimentos recomendados em manuais de treinamento de NR10 para primeiros socorros, quando se envolve uma vítima por queimadura.

- . Desligar a fonte de energia elétrica, ou retirar a vítima do contato elétrico, utilizando luvas de borracha e de cobertura ou um bastão isolante, antes de se tocar no acidentado;
- . isolar a vítima do agente agressor;
- . diminuir a temperatura local, banhando o local com água fria (1° grau);
- . proteger a área afetada com um plástico;
- . não perfurar bolhas, colocar gelo, aplicar medicamentos, nem produtos caseiros;
- . retirar parte da roupa que esteja em volta da área queimada;
- . retirar anéis e pulseiras, para que não haja estrangulamento ao inchar;
- . encaminhar para atendimento hospitalar;
- . em caso de queimadura nos olhos, deve-se os lavar com água em abundância, por vários minutos; vedá-los com pano limpo e encaminhar para o atendimento hospitalar.

4.5 Ensaios

Os resultados de teste de laboratório devem-se ser fornecidos junto com a vestimenta e esta deverá cobrir completamente as áreas expostas ao arco elétrico. Caso a mesma seja feita de tecido em camada simples ou em multicamadas, os testes de desempenho térmico seguem conforme as normas da IEC (International Electrotechnical Commission) IEC 61482-1 e IEC 61482-1-2. Além destas, a vestimenta deve conter o certificado de aprovação, conforme item da norma abaixo:

O equipamento de proteção individual, de fabricação nacional ou importado, só poderá ser posto à venda ou utilizado com a indicação do Certificado de Aprovação – CA, expedido pelo órgão nacional

competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego. (NR6. ITEM 6.2)

Os ensaios que demonstram o desempenho térmico são executados dentro de uma câmara de arco, capaz de simular arcos elétricos, os quais atingem um corpo de prova que pode ser uma vestimenta ou qualquer outro material destinado à proteção contra o calor.

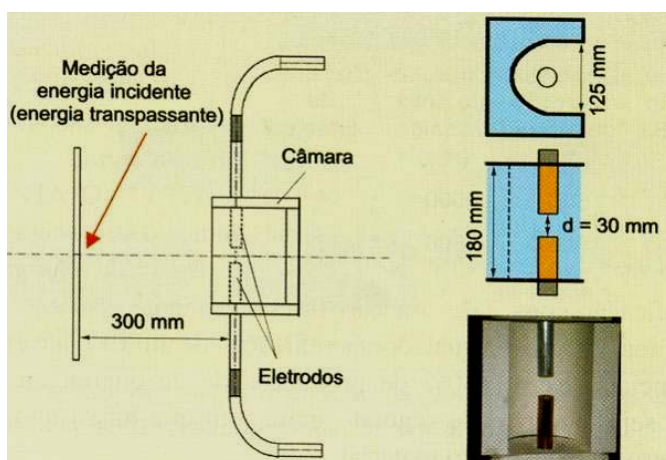


Figura 5 Arranjo básico da câmara de arco

Fonte: Revista Eletricidade Moderna, n. 426, 2009.

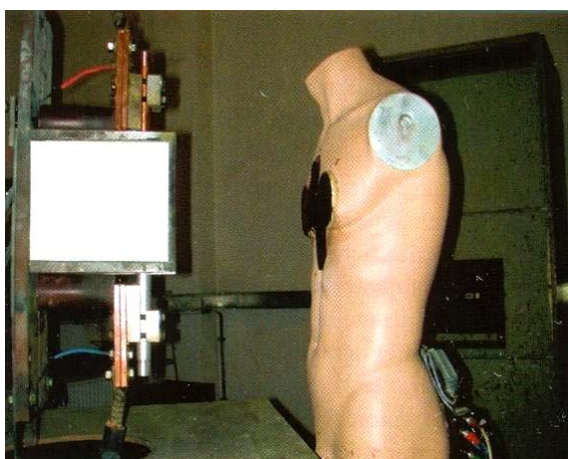


Figura 6 Arranjo para ensaio de vestimentas com modelo de prova

Fonte: Revista Eletricidade Moderna, n. 426, 2009.

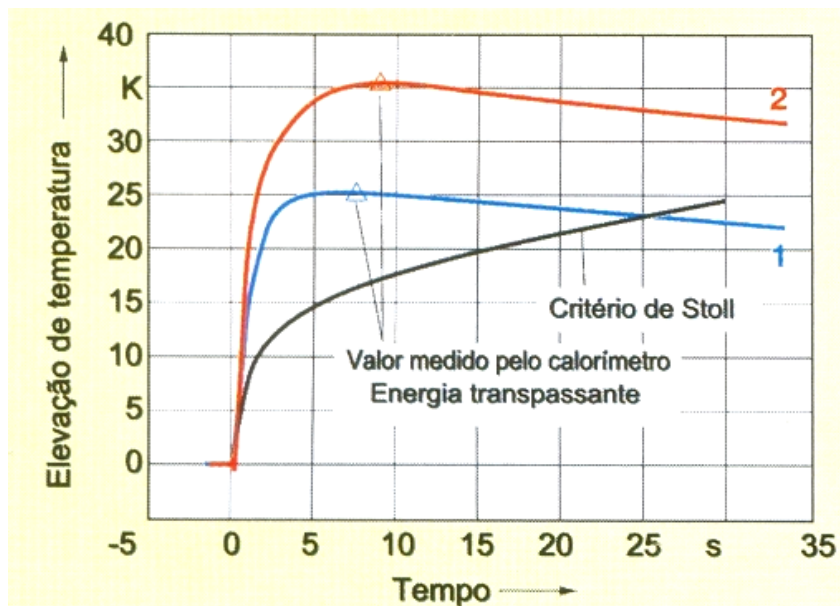


Gráfico 1 Ensaio de tecido com resultado negativo: ruptura (perfuração) e ultrapassagem do valor limite de Stoll

Fonte: Eletricidade Moderna, n. 426, 2009.

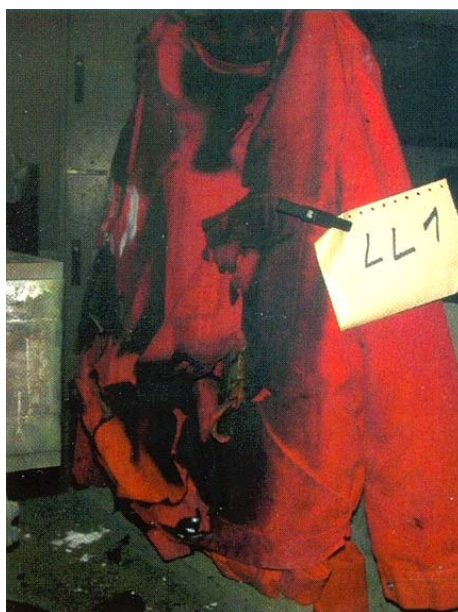


Figura 7 Jaqueta de segurança após ensaio com resultado positivo

Fonte: Revista Eletricidade Moderna, n. 426, 2009.

A figura 8 referencia a gravidade das lesões em relação à porcentagem de área afetada.

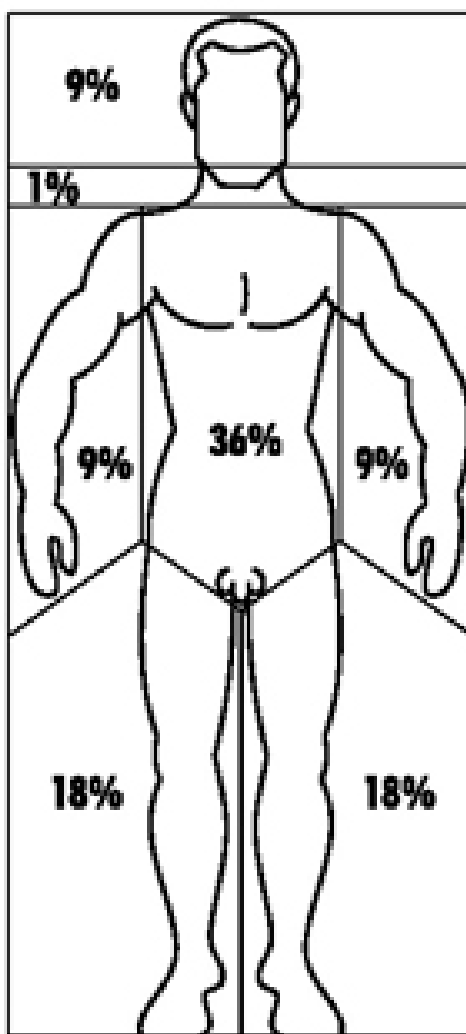


Figura 8 Porcentagem de gravidade das lesões por queimadura

Fonte: Catálogo Qualytextil, 2008.

Ainda analisando a Figura 8, constatamos que as piores lesões são aquelas as quais atingem o tórax sendo assim a importância de se usar vestimentas.

Menos de 15%	Portador de queimaduras
Mais de 15%	Grande queimado
Mais de 40%	Risco de morte
Mais de 50%	Sobrevida mínima

Quadro 1 Porcentagens e gravidade das lesões

Fonte: Catálogo Qualytextil, 2008.

4.6 Determinando a Categoria do Risco

O cálculo para obter a intensidade de calor é um método que se refere no modelo de Ralph Lee, pioneiro da segurança no setor elétrico. Ele foi o primeiro a chamar a atenção para os arcos elétricos, além de desenvolver estudos para levantar a intensidade de calor gerado pelo arco elétrico.

As etapas sugeridas pela IEEE 1584 e NFPA 70E consistem em aplicar equações, características construtivas da instalação, tempo de atuação da proteção elétrica, valor da energia incidente normalizada, valor da energia incidente e finalmente o dimensionamento da distância segura de aproximação. Após obtenção de todos os valores, utiliza-se uma tabela para determinar a categoria do risco.

Abaixo tem-se a equação com todos os parâmetros sugeridos pela IEEE 1584 e NFPA 70E:

Para calcular a energia incidente normalizada foram estipuladas uma distância e duração do arco (610 mm e respectivamente 200 ms).

$$\text{Log}(E_n) = K_1 + K_2 + 1,081 \times \text{Log}(I_a) + 0,0011 \times G$$

Onde:

E_n =Energia incidente normalizada J/cm²;

I_a =Corrente do arco elétrico (kA);

K_1 = -0,792 para configuração aberta e -0,555 para painéis fechados;

K_2 = Zero para um sistema isolado e aterrado por alta resistência e -0,113 para um sistema solidamente aterrado;

G = Distância dos condutores (mm).

Tabela 1 Classificação da categoria por energia incidente e vestimentas

Categoria	Classificado	Energia incidente (cal/cm²)	Roupa de Fibra Natural (algodão)	Vestimenta FR (resistente à chama)	Equipamento FR (resistente à chama)
0	Risco mínimo	< 1,2	Camisa com manga longa Calça	-----	Óculos de segurança
1	Algum risco	1,2 – 4	Camiseta Calça	Camisa com manga longa Calça	Capacete Óculos de segurança
2	Risco moderado	4,1 – 8	Camiseta Calça	Camisa com manga longa Calça	Capacete Óculos de segurança Protetor facial contra arco Proteção auditiva Luva de couro Calçado de couro
3	Risco Elevado	8,1 – 25	Camiseta Calça	Camisa com manga longa Calça	Capacete Óculos de segurança Capuz para Flash de Arco Proteção auditiva Luva de couro Calçado de couro
4	Risco Elevadíssimo	25,1 – 40	Camiseta Calça	Camisa com manga longa Calça	Jaqueta multicamadas para Flash de Arco Calça multicamadas para Flash de Arco Capacete Óculos de Segurança Capuz para Flash de Arco Proteção Auditiva Luva de Couro Calçado de Couro

Fonte: NFPA 70E – 130.7 (C) (10) e 130.7 (C) e (11)

4.7 Vestimentas de Proteção

Antes de determinar as características das vestimentas de proteção, alguns fatores importantes devem ser citados, como o tipo do material que serão empregados na sua composição e o conforto térmico. Os materiais devem ser compostos de modo que não propaguem e resistam ao fogo, ao mesmo tempo que proporcione o conforto térmico para o trabalhador. Este é um fator que poderá influenciar nas atividades do profissional, fazendo com que o mesmo perca a devida atenção na atividade devido ao calor intenso gerado pela vestimenta, levando-o a cometer algum erro, ocasionando acidentes.

Para determinar a vestimenta apropriada, o engenheiro de segurança do trabalho deve atentar para o tipo da atividade e o valor do ATPV (Arc Thermal Performance Value), ou seja, o objetivo é obter o valor máximo de energia incidente sem que o tecido permita o transposto de 5 Joules/cm², valor que significaria uma queimadura de segundo grau.

4.7.1 Vestimentas de proteção para uso diário

A vestimenta para uso diário em serviços de eletricidade deverá ter as seguintes características:

- . Camisa de manga comprida: ATPV mínimo de 8 cal/cm²;
- . Calça: ATPV mínimo de 8 cal/cm².

4.7.2 Vestimentas de proteção para uso em manobras

A vestimenta de proteção deverá ter um ATPV superior a maior energia de arco calculada para subestação. Ela deverá incluir o protetor facial e luvas com os seus mesmos padrões.

4.7.3 Requisitos para as vestimentas

As linhas utilizadas nas costuras das vestimentas deverão ser de fibras resistentes ao fogo.

A etiqueta da vestimenta deverá conter no mínimo as seguintes informações: nome do fabricante, tamanho, instruções de cuidado e fibra utilizada, nível de energia de arco ATPV.

Botões, zíperes ou fechamentos da vestimenta deverão ser de material não-condutor. Caso sejam compostos de condutores deverão ser cobertos com material resistente ao fogo na parte em contato com a pele ou roupa de baixo. Tais componentes não deverão minimizar o desempenho de resistência ao fogo da vestimenta.

Sobre a constituição, as vestimentas devem ter sua composição de fibras de algodão com tratamento para retardar as chamas, utilizando materiais como: meta - aramida, para - aramida, poli - benzimidazole (PBI), que possuem características de proteção térmica em geral. A fibra de Para - Amida, além da proteção térmica, ainda tem uma característica que evita o *'break open'*, ou seja, rachadura do material carbonizado.

Os materiais sintéticos como poliéster, *'nylon'*, e mistura de algodão sintético não devem ser utilizados para proteção contra arcos elétricos, pois derretem sobre a pele quando expostos à alta temperatura e por consequência, agravam a queimadura.

Os tecidos com fibras de algodão com tratamento que retardam as chamas, como já citados anteriormente, podem iniciar a ignição, mas não mantêm a combustão quando a fonte for removida. As vestimentas fabricadas com materiais naturais como, algodão, seda e lã são considerados aceitáveis, de acordo com NFPA (National Fire Protection Association), se a análise determinar que o tecido não continue queimando nas condições de exposição ao arco elétrico e que não tenha mistura de fibras sintéticas puras de *'nylon'*, poliéster, *'rayon'*.

As características das roupas de proteção para arcos elétricos devem ser diferentes daquelas normalmente utilizadas para proteção por efeitos térmicos das chamas. O calor das chamas é transferido por convecção e radiação (50/50%) a

temperatura em torno de 30.000°C. Dependendo do tipo do material combustível e do tempo de exposição podem variar em função do tipo de proteção requerida, por exemplo, para fuga, ou para combate a incêndio.

Para proteção da cabeça, e mais especificamente para a face, há necessidade de manter a visibilidade, e da mesma maneira que há para os tecidos, a ASTM (Internacional Standard Test Method) tem uma norma específica para testes de protetor facial (ASTM F1959,2004). Normalmente os visores utilizam policarbonato que possuem a característica de absorver impactos, mas com baixo desempenho de proteção contra o calor do arco. O desenvolvimento tem levado a utilização do polipropionato para proteção contra arcos elétricos, com proteção bem superior ao policarbonato.

4.7.4 Tipos Vestimentas

Após determinar a categoria, o profissional responsável deverá escolher o conjunto necessário para cada atividade, podendo realizar arranjos nos conjuntos, variando o tipo de tecido, luvas, calçados, calças, capacetes, protetor facial, óculos de proteção, capuz, macacão, manga isolante, dentre outros, sempre levando em consideração a energia incidente.



Figura 9 Conjunto de vestimentas de proteção (Risco 1)

Fonte: Revista Eletricidade Moderna, n. 417, 2009.

Para riscos de categoria 1, recomenda-se a utilização de uma camiseta de malha com propriedades anti-chama, podendo se adicionar luvas ao conjunto e óculos de proteção, dependendo da atividade a ser desempenhada.



Figura 10 Conjunto de vestimentas de proteção (Risco 2)

Fonte: Catálogo JGB – Equipamentos de Segurança S/A, 2008.

Para o riscos de categoria 2, o trabalhador poderá recorrer a capas, jaquetas ou conjuntos de calça e camisa, acrescido de luvas, botas e ,se necessário, protetor facial.



Figura 11 Conjunto de vestimentas de proteção (Risco 3)

Fonte: Catálogo JGB – Equipamentos de Segurança S/A, 2008.



Figura 12 Conjunto de vestimentas de proteção (Risco 4)

Fonte: Catálogo JGB – Equipamentos de Segurança S/A, 2008.

Para os riscos de categoria 3 e 4, o trabalhador deve dispor de todos os equipamentos, variando o tipo do material constituído para obter maior proteção contra os efeitos térmicos e níveis de tensão.



Figura 13 Trabalhador equipado em uma atividade de risco

Fonte: Eletricidade Moderna, n. 403, 2009.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que as vestimentas de segurança para trabalhadores da área de eletricidade conferem proteção, pois reduz lesões causadas em acidente, sendo assim a importância da conscientização do uso deste equipamento de proteção individual.

BIBLIOGRAFIA

BRASIL, Ministério do Trabalho, Secretaria de Segurança e Medicina do Trabalho, Norma Regulamentadora n. 6. **Equipamento de Proteção Individual - EPI.**

BRASIL, Ministério do Trabalho, Secretaria de Segurança e Medicina do Trabalho, Norma Regulamentadora n. 10. **Segurança em Instalações.**

Manual de treinamento NR10. Rio de Janeiro, 2007. 277p., somente il. ISBN 85-9960-01-2 , Disponível em:
<http://www.portallumiere.com.br/baixar_arquivo.php?id=3&sid=urgau4im6gt2pb4qkqhg3qd5a7&tid=bo8yo8ce7qi8na6na7da5&arquivo=3.zip> acessado em 10 Mai. 2010

National Fire Protection Association, NFPA 70E . "Standard for Electrical Safety Requirement for Employee Workplace - 2000 edition".

SOUZA J. J. B de, **Apostila didática NR10 do curso de engenharia de segurança do trabalho.** 2009.

REVISTA ELETRICIDADE MODERNA. São Paulo: Ed. Aranda, n. 426, Set. 2009.

Catálogo de Produtos Qualytextil, **Linha Arcos Elétricos.** São Paulo: Ed. Pau Brazil, Fev. 2008

IEEE 1584. "Guide for Performing Arc-Flash Calculations – 2002 edition"