

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Pablo Frediani

**A IMPORTÂNCIA DO USO CORRETO DAS
VESTIMENTAS PARA A PROTEÇÃO DO TRABALHADOR
CONTRA ARCOS ELÉTRICOS**

Taubaté – SP
2019

Pablo Frediani

**A IMPORTÂNCIA DO USO CORRETO DAS
VESTIMENTAS PARA A PROTEÇÃO DO TRABALHADOR
CONTRA ARCOS ELÉTRICOS**

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: Eng. Frederico Teobaldo Frediani

Taubaté – SP

2019

Pablo Frediani

**A IMPORTÂNCIA DO USO CORRETO DAS
VESTIMENTAS PARA A PROTEÇÃO DO TRABALHADOR
CONTRA ARCOS ELÉTRICOS**

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: Eng. Frederico Teobaldo Frediani

RESUMO

Apesar de todo desenvolvimento da tecnologia na detecção de arcos internos, as medidas de proteção e a evolução dos equipamentos elétricos à prova de arco, sempre haverá a necessidade de proteger os trabalhadores com o uso apropriado dos EPIs. A NR-6 do Ministério do Trabalho e Emprego estabelece a necessidade de proteção dos trabalhadores contra agente térmico, como o arco elétrico. Este trabalho apresenta as características e requisitos das vestimentas apropriadas para proteção baseado no desenvolvimento das normas e tecnologias como NFPA, ASTM, IEC e CENELEC e os passos para determinação da energia liberada por um arco elétrico para determinar a característica de proteção requerida no local de trabalho.

Palavras chave: Arco Elétrico. Medidas de Proteção. Vestimentas.

ABSTRACT

Despite all the development of the technology in the detection of internal arcs, protection measures and the evolution of arc-proof electrical equipment, there is still a need to protect workers with appropriate use of PPE. The NR-6 of the Ministry of Labor and Employment establishes the need to protect workers against thermal agent such as electric arc. This paper presents the characteristics and requirements of clothing appropriate for protection based on the development of standards and technologies such as NFPA, ASTM, IEC and CENELEC and the steps to determine the energy released by an electric arc to determine the required protection characteristic in the workplace

Keywords: Electric Arc. Protective Measures. Clothing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Vestimenta de proteção risco 04 ATPV 53.3 cal/cm ²	11
Figura 2 Arco elétrico.....	15
Figura 3 Teste de vestimenta	15
Figura 4 Vestimenta de proteção risco 02 ATPV 11 Cal/cm ²	17
Figura 5 Explicação ATPV	19
Figura 6 Especificação de vestimenta proteção	19
Figura 7 Especificação de vestimenta visualização	20

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 Objetivo	8
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
3 METODOLOGIA.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	17
5 CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho refere-se a escolha adequada, características, requisitos e testes das vestimentas apropriadas para proteção do trabalhador em atividades com eletricidade.

A REVISÃO DE LITERATURA apresenta o histórico de acidentes com arcos elétricos, o avanço da tecnologia para a proteção de trabalhadores e de equipamentos, riscos referentes aos arcos elétricos, estudos e testes em vestimentas de proteção para trabalhos com eletricidade.

A METODOLOGIA relaciona os meios e técnicas utilizadas para a elaboração do estudo.

Em RESULTADOS E DISCUSSÕES são apresentadas as situações adequadas que foram identificadas no estudo para a escolha da vestimenta adequada para a proteção de trabalhadores em eletricidade.

A CONCLUSÃO evidencia que a escolha da vestimenta requer uma avaliação muito bem detalhada, diferente do que muitos profissionais da área pensam.

1.1 Objetivo

Mostrar a importância do uso correto das vestimentas de proteção para eletricitistas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

As queimaduras por arcos elétricos representam uma grande parcela entre os ferimentos decorrentes da eletricidade em locais de trabalho. Apesar da seriedade que estes representam aos trabalhadores que desempenham serviços em eletricidade, este assunto não tem recebido a atenção necessária por usuários em geral, quando estas queimaduras são comparadas com outros riscos como os choques, incêndios e outros aspectos relacionados à segurança industrial (TOMIYOSHI, 2018).

Para o autor, o reconhecimento da evolução da tecnologia se estende a preservação da integridade da instalação, como proteção do sistema elétrico, detecção do arco interno, equipamentos resistentes a arco entre outros (TOMIYOSHI, 2018).

Tomiyoshi (2018) acrescenta que estas tecnologias são aplicadas com o intuito de proteger o patrimônio e as operações da instalação em incidentes que podem ocorrer por meio de falhas em sistemas elétricos desmembrando as partes afetadas ou delimitando as implicações da falha em indultos como painéis de modo que não atinja as pessoas que estiverem na proximidade.

Segundo Tomiyoshi (2018), a maior parte dos acidentes ocorre quando o eletricitista precisa remover barreiras de proteções como portas de painéis, inserir ou remover componentes operacionais como deixar o equipamento energizado. Nestas circunstâncias o trabalhador fica exposto ao perigo e a sua segurança depende da adoção de uma prática segura e do uso de EPI adequado. Assim, nesta condição de trabalho que devesse ficar atento e providenciar a proteção.

A energia liberada por arco elétrico é alta e pode gerar ferimentos graves até uma distância de 3 metros do ponto da falha em equipamentos industriais de alta tensão mais comuns e igualmente para distância menor, nos equipamentos de baixa tensão. A energia liberada varia de acordo com a configuração do sistema elétrico e nível de curto circuito disponível no ponto da falha (TOMIYOSHI, 2018).

O autor afirma que o risco pode ser avaliado por meio da mesma sistemática adotada para dimensionamento e proteção dos equipamentos que podem determinar e calcular as zonas de risco e a potência. Visto que conhecer a zona e o nível de risco possibilita estabelecer medidas de proteção por intermédio de soluções de engenharia,

como limitação de energia a um nível suportável, através do confinamento da energia e escolha adequada de equipamentos de proteção individual. EPI (TOMIYOSHI, 2018).

No Brasil, a norma regulamentadora NR 6, do Ministério do Trabalho e Emprego, estabelece as exigências legais para equipamentos de proteção individual (EPI's) como uma medida preventiva dos trabalhadores contra riscos que podem ameaçar a segurança e a saúde no trabalho. Como a vestimenta de proteção de risco (Figura 1) A NR não especifica a necessidade de proteção contra arcos elétricos, mas evidencia que o EPI deve promover a proteção dos trabalhadores contra agentes térmicos para cabeça, face, membro superior e inferior e corpo inteiro (TOMIYOSHI, 2018).



Figura 1 Vestimenta de proteção risco 04 ATPV 53.3 cal/cm².
Fonte: Tomiyoshi, 2009

Luz (2018) evidencia que o arco elétrico (Figura 2), em uma falha, consiste em um agente térmico comparado à solda elétrica a arco. A diferença consiste em que nos serviços em eletricidade, os arcos ocorrem por falha e liberam energia superior ao de

uma máquina de solda sendo um risco que ameaça a segurança e a saúde do trabalhador. Assim, o trabalhador deve receber proteção de um EPI do mesmo modo que os soldadores são protegidos.



Figura 2 Arco Elétrico
Fonte: AWstorm, 2018.

O Instituto dos Engenheiros Elétricos Eletrônicos (IEEE) publicou estudos e modelos para cálculo da energia liberada pelo arco elétrico em instalações elétricas. Outros estudos apontam o limite do calor que o corpo humano pode suportar sem deixar queimadura de segundo grau quando exposto a uma energia na forma de calor levando a avaliação e identificação de vestimentas para a proteção do trabalhador contra queimaduras por arco elétrico.

Rezende (2018) esclarece que a *American Society for Testing and Materials* (ASMT) definiu um indicador denominado *Arc Thermal Performance Value* (ATPV) para medir o desempenho dos tecidos utilizados na confecção de EPIs contra arco elétrico. A ATPV é o valor máximo da energia incidente sobre o tecido evitando que a energia no lado protegido seja superior ao valor de queimadura do segundo grau (5 Joules por cm^2). Este valor é obtido por testes específicos em que o material é exposto aos arcos elétricos em condições de corrente e de tempo diferentes. Algumas vezes não é

possível medir a energia devido à carbonização do tecido. Nestes casos, utiliza-se o *Breakopen Threshold Energy (EBT)*, que consiste no valor médio dos cinco valores máximos de energia incidente que não provoca uma abertura na camada interna (próximo à parte protegida do tecido maior do que 0,5 pol² em área ou rachadura superior a 1 polegada de comprimento. O fornecimento dos valores do ATPV ou EBT, é uma regra para os fabricantes de roupas de proteção, quanto ao tipo de confecção independente dos valores cedidos pelos fabricantes de tecidos. Caso a roupa seja fabricada com a composição de tecidos diferentes ou camadas variadas de tecido a mesma deve ser avaliada pelo conjunto de materiais.

Segundo o *National Fire Protection Association (NFPA70E)*, as fibras de algodão tratado retardante de chamas, meta-aramida, para-aramida, poli-benzimidazole (PBI) são materiais com características de proteção térmica em geral. A fibra de para-aramida, além da proteção térmica, ainda tem uma característica que evita a rachadura do material carbonizado (REZENDE, 2018).

De acordo com Rezende (2018), os materiais sintéticos como poliéster, náilon e mistura de algodão-sintético na confecção de vestimentas para proteção contra arcos elétricos, visto que esses materiais derretem quando expostos à alta temperatura, por serem considerados materiais inflamáveis e acabam agravando queimaduras.

Rezende (2018) acrescenta que os tecidos com fibras de algodão que recebem tratamento retardante de chamas – meta-aramida, para-aramida, poli-benzimidazole – podem iniciar a queima, mas não a mantêm quando a fonte for deslocada.

Para a NFPA, as vestimentas fabricadas com materiais naturais, como algodão, seda e lã são aceitáveis, se a análise estipular que o tecido não continuará queimando quando exposto ao arco elétrico.

No entanto, tecidos resistentes a chamas como o modacrilico não resistente a chama e algodão tratado retardante de chamas não-duráveis, de acordo com o critério de teste de durabilidade da ASTM, não são indicados para uso de proteção dos trabalhadores em serviços de eletricidade.

As características das roupas de proteção para arcos elétricos não podem ser iguais as utilizadas para proteção por efeitos térmicos das chamas, visto que a transmissão do calor liberado por arco é predominante por radiação (aproximadamente

90%) em um espaço de tempo muito curto, podendo atingir temperaturas altíssimas, como 20.000 °C. O calor das chamas é transferido por convecção e radiação (50/50%) à temperatura em torno de 2.000 °C, depende do tipo de material combustível e do tempo de exposição, além de poder variar mediante o uso do tipo de proteção requerido, como para fuga ou para combate a incêndio (REZENDE, 2018).

Para Tomiyoshi (2018) a proteção da cabeça especificamente para a face, ocorre a necessidade de manter a visibilidade e, do mesmo modo que os tecidos, a ASTM tem uma norma própria para os testes de protetor facial. Em geral, os visores são confeccionados com policarbonato, que possui a capacidade de absorver impactos, mas pouco eficiente na proteção contra o calor do arco.

O autor acrescenta que a utilização do polipropionato para proteção contra arcos elétricos, é superior ao policarbonato, mas recomenda-se para a proteção contra queimaduras por arcos elétricos, o uso de capacete e óculos de segurança.

O autor acrescenta ainda que na atualidade existem três normas para testes de tecidos e roupas para proteção contra queimaduras por arcos elétricos, a ASTM 1999, a *International Electrotechnical Commission* (IEC) e o Comitê Europeu de Normalização Eletrotécnica (Cenelec) 2000, da comunidade europeia.

A ASTM como a IEC estabelece padrões de teste e análise para determinar estimativamente a propriedade térmica do material e o desempenho de proteção com determinação do ATPV ou EBT, possibilitando comparar o desempenho de diversos materiais de proteção para realizar a escolha da proteção mais adequada para o nível de risco real no ambiente de trabalho. A Cenelec determina padrão de teste estimativo indicando a corrente e o tempo do arco, sem calcular a energia apurando se o material passou ou não passou no teste dentro dos parâmetros estabelecidos pela inspeção visual e tempo de combustão do material (TOMIYOSHI, 2018).

Para a ASTM, 1999, o arranjo constitui-se em dois eletrodos verticais (aço inox 303 ou 304) de 19 mm de diâmetro e 450 mm de comprimento na mesma base, distanciados de 305 mm, onde são colocadas três peças para firmar as provas de tecido de 610 x 305 mm (H x L), com espaçamento angular de 120° entre si. Cada peça é munida com dois calorímetros de cobre atrás do tecido e mais dois outros, um de cada lado da prova. Os calorímetros atrás da prova medem a energia atrás do tecido e os

outros dois a energia incidente. Para cada explosão do arco, são testadas três provas de tecido sincronicamente e apurados no mínimo 20 dados dos calorímetros, para confirmação estatística o que quer dizer que é essencial realizar pelo menos sete testes para cada série com 21 amostras (TOMIYOSHI, 2018).

Tomiyoshi (2018) esclarece que o arranjo para a IEC é similar ao da ASTM e constitui-se de dois eletrodos verticais no mesmo eixo, com distância de 300 mm. Onde são colocadas três peças com abertura vertical de 550 x 200 mm (H x L), com espaçamento angular de 120° entre si para firmar as provas de tecidos, cada peça munida com dois calorímetros de cobre. O calorímetro atrás da prova mede a energia atrás do tecido e outro colocado ao lado da amostra mede a energia incidente. Para cada explosão do arco, são verificadas três provas de tecido sincronicamente e apurados no mínimo 20 dados dos calorímetros para validação estatística, o que quer dizer que é essencial realizar pelo menos sete testes para cada série com 21 amostras.

O arranjo para a Cenelec, (2000) é fixo e constitui-se em dois eletrodos verticais no mesmo eixo com distância de 30 mm. O eletrodo superior é de alumínio e o inferior de cobre e são cercados nos três lados por uma caixa de teste em forma de um cilindro parabólico. As partes superior e inferior são obstruídas por material isolante, de tal modo que o calor seja encaminhado para a dianteira aberta. Faceando a abertura, é inserida uma placa vertical com área de 400 x 400 mm, a um intervalo horizontal com o eixo do arco de 300 mm.

Existem dois níveis de teste contendo a corrente nos eletrodos e com o tempo estipulado de 500 ms: Classe 1 – 4 kA, 500 ms; Classe 2 – 7 kA, 500 ms volts (TOMIYOSHI, 2018).

Segundo Tomiyoshi (2018) a definição do grau de teste é estabelecida em função da espécie de proteção solicitada para proteção definida pelo fabricante do tecido ou roupa. Os testes são realizados em duas amostras para confirmação, o que quer dizer dois disparos de arcos. A análise é realizada por exame visual conforme os seguintes critérios:

- Tempo de queima da roupa deve ser menor ou igual a cinco segundos após a exposição ao arco;
- Os materiais não devem derreter;

– Não pode existir nenhum furo (medido em qualquer direção) superior a 5 mm (medido em qualquer direção);

– No caso de roupas, além dos critérios anteriores, as costuras devem ser preservadas.

Enfim, se nenhuma das situações anteriores ocorrer, o material será aprovado para as condições do teste, visto que o teste não mede a corrente de calor nem o desempenho do material. O teste (Figura 3) serve para analisar se a roupa ou tecido é apropriado para as condições de teste (4 kA ou 7 kA com duração de 500 ms) não sendo possível extrapolar para outras condições.



Figura 3 Teste em vestimentas de proteção
Fonte: Engesel, 2018

3 METODOLOGIA

Está baseada na obtenção de dados de “*sites*” especializados em segurança do trabalho, normas referentes a segurança do trabalho e no conhecimento do autor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, as roupas utilizadas pelos eletricitistas eram confeccionadas com as mesmas telas utilizadas em uniformes, porque eram utilizadas para uniformizar os profissionais sem oferecer proteção ao trabalhador. A partir da publicação da norma regulamentadora NR 10, ocorreu uma preocupação com a proteção do trabalhador contra os efeitos da energia elétrica, visto que a NR 10 estabelece os requisitos e condições para implementação de medidas de controle e sistema preventivo em instalações elétricas e serviços bem como vestimentas (Figura 4) adequadas para proteção do trabalhador (BRASIL, 2018).



Figura 4 Vestimenta de proteção risco 02 ATPV 11 Cal/cm²
Fonte: Engesel, 2018

Segundo, o manual de orientação para especificação de vestimentas pode-se estimar um incidente de energia proveniente do arco elétrico utilizando-se parâmetros como, o diagrama uni filar de instalação elétrica, tensão de alimentação, correntes de curto circuito, características dos sistemas de proteção das instalações elétricas, posição do sistema.

O manual afirma que no caso de incêndio, a energia incidente é mais simples, pois ao se conhecer poder calorífico do material, o tempo de ação da chama e o posicionamento do trabalhador, obtém-se o cálculo de calor emitido que o atinge. A energia incidente é um fator fundamental para a prevenção do trabalhador por meio do uso de barreiras, como as vestimentas especiais (BRASIL, 2018).

Luz (2018) reafirma as normas estabelecidas na NR10 (Brasil, 2018) em relação à existência de provas naturais e sintéticas associadas a tecnologias que concede uma propriedade antichama. Parte desses materiais são confeccionados com fios especiais que asseguram aos tecidos esta propriedade e outros são tratados com produtos que promovem essa propriedade. Além disso, o princípio primordial de proteção dos trabalhadores contra os impactos térmicos do arco elétrico e do fogo repentino consiste em vestimentas que tem características que possibilitam sua conservação ao calor garantem sua manutenção ao longo do uso, como, resistência mecânica ao tecido e linhas de costura e retenção de cor.

Segundo Luz (2018), quanto maior a gramatura do tecido a ser utilizada na confecção das vestimentas maior será sua proteção.

O ATPV, ou valor calorífico por centímetro quadrado de proteção conferida pelo tecido ao efeito térmico proveniente de arco elétrico está relacionado às características que constitui a vestimenta e tecnologia de fabricação da mesma. Deve-se considerar que o EPI, no caso as vestimentas, não é condição de segurança para o trabalhador se expor aos riscos originados do efeito térmico comprovado de um arco elétrico ou fogo repentino. Desta forma, deve-se buscar uma gestão rigorosa dos riscos, ou seja, adotar medidas administrativas e de engenharia durante as fases de projeto, de montagem, de operação e de manutenção das empresas e dos equipamentos (QUEIROZ, 2018).

O valor de ATPV para as vestimentas têm como objetivo fornecer critérios sólidos para a especificação dos equipamentos de proteção individual e/ou coletiva que destina em reduzir os efeitos térmicos nocivos oriundos de arco elétrico. Para uma devida determinação do equipamento de proteção, deve-se considerar a energia emitida em direção ao trabalhador por meio do cálculo do ATPV, que determina a energia incidente pelo arco elétrico por unidade de área (cal/m^2). Este padrão mede o comportamento de tecidos para coibir que o corpo do trabalhador seja exposto a

probabilidade de queimaduras de segundo grau, ou seja, uma quantidade de energia de 5 Joules por centímetro quadrado. Esta condição é verificada nos testes definidos pelas normas ASTM- F1959/F1959M- 14 e Cenelec, 2000, que submete o equipamento a arcos elétricos em diferentes condições de corrente e tempo de exposição (QUEIROZ, 2018).

A título de referência, a seguir segue tabela (adaptada) de proteção mínima das vestimentas de acordo com as categorias de risco da NFPA 70E:

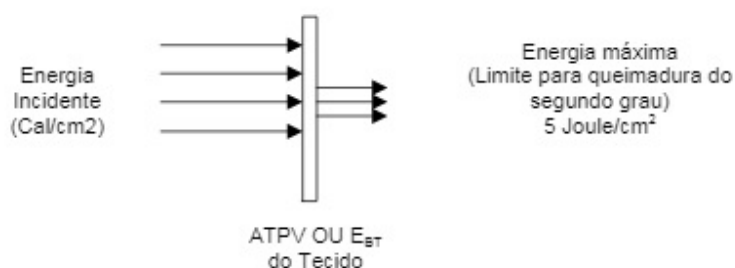


Figura 5 Explicação ATPV (*Arc Thermal Performance Value*)
Fonte: NFPA 70 E, 2012

De acordo com a norma americana NFPA 70E (*Electrical Safety in the Workplace*/Segurança em Eletricidade no Local de Trabalho), podemos dividir as vestimentas nas seguintes categorias de risco:

Risco	Energia incidente (cal/cm ²)	Categoria de risco	ATPV mínimo requerido para o EPI (cal/cm ²)
Mínimo	Até 1,2	0	Não aplicável
Leve	1,2 a 4,0	1	4,0
Moderado	4,1 a 8,0	2	8,0
Elevado	8,1 a 25,0	3	25,0
Elevadíssimo	25,1 a 40,0	4	40,0

Figura 6 Especificações da Vestimenta de Proteção
Fonte: NFPA 70E, 2012

A especificação dos equipamentos de proteção individuais em ligação das categorias de risco conforme a NFPA 70E, suas especificações devem ficar sempre a mostra conforme mostra a (Figura 7), a seguir.

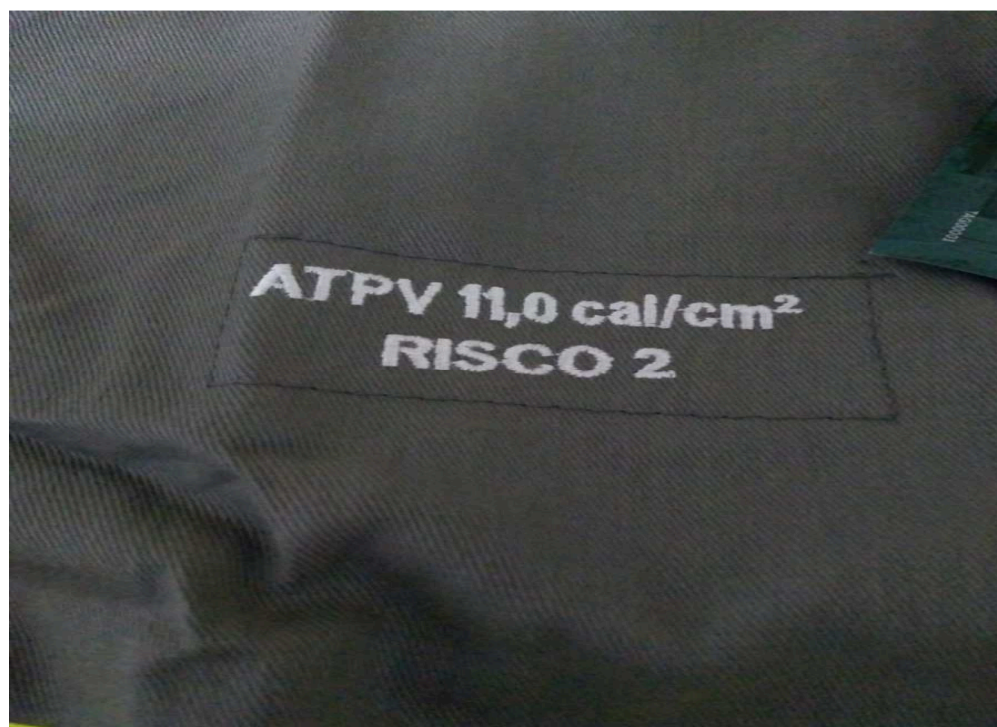


Figura 7 Especificações da vestimenta em local de fácil visualização
Fonte: NFPA 70 E, 2012

Por fim, as vestimentas de proteção não podem ser utilizadas como única estratégia de se proteger o trabalhador, embora elas sejam de suma importância medidas de gestão como a especificação da vestimenta (Figura 7) dentre outras são essenciais quando se busca a proteção do trabalhador em suas atividades com eletricidade.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que o uso correto da vestimenta de proteção contra queimaduras por arco elétrico é de fundamental importância para a segurança do trabalhador em atividades com eletricidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Awstorm RM. **Determinação do risco de arcos elétricos**. Disponível em <http://awstrom.bstorytelling.com.br> Acesso em: 14 de agosto de 2018.

BRASIL, Ministério de Estado do Trabalho e Emprego. Norma regulamentadora de segurança e saúde no trabalho. **Segurança em instalações e serviços em eletricidade– NR 10**. Portaria nº 598 de 07/12/2004. Disponível em < <http://www.normaslegais.com.br/legislacao/trabalhista/nr/nr10anterior.htm>> acesso em 14 agosto 2018.

BRASIL, Ministério de Estado do Trabalho e Emprego. Norma regulamentadora de segurança e saúde no trabalho. **Equipamento de proteção individual –EPI–NR 6** Portaria nº 598 de 07/12/2004. Disponível em < <http://www.normaslegais.com.br/legislacao/trabalhista/nr/nr10anterior.htm>> acesso em 14 agosto 2018.

BRASIL, Ministério de Estado do Trabalho e Emprego. Secretaria de Inspeção do Trabalho - SIT Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho – DSST 1. **Manual de orientação para especificação das vestimentas de proteção contra os efeitos térmicos do arco elétrico e do fogo repentino**. http://www.segurancanotrabalho.eng.br/manuais_tecnicos/manual_vestimentas.pdf. Acesso 14 de agosto de 2018.

LUZ, Débora. **Roupas de proteção** Fonte: Revista CIPA – Edição Maio 2015 - <http://viewer.zmags.com/publication/75fc7262#/75fc7262/1> Acesso 14 de agosto de 2018.

BEZERRA NETO, José Reinaldo. *Risk Profiling* a experiência da *Chef* em gerenciamento de riscos de subestações. **Grupo XII Aspectos Técnicos e Gerenciais de Manutenção Em Instalações Elétricas-GM**. <https://www.consultoriaiso.org/gerenciamento-de-perigos-e-riscos-na-saude-e-seguranca-trabalho/> Acesso 14 de agosto de 2018.

ENGESEL, **Equipamentos de proteção**. Disponível em < <http://www.engesel.com.br/home.php> > Acesso em: 17 de julho de 2018.

LUZ, Débora. **Arc Thermal Performance Value**
Fonte: Revista CIPA – Edição Maio 2015

QUEIROZ, Alan Rômulo Silva. **Utilização de reles digitais para mitigação dos riscos envolvendo arco elétrico.**
file:///C:/Users/User/Downloads/UTILIZACAO_DE_RELES_DIGITAIS_PARA_MITIGACAO_DOS_RISCOS.pdf Acesso, 14 de agosto de 2018.

RESENDE, Filipe Barcelos. **Proteção elétrica em subestações.** uma abordagem sobre a energia incidente Disponível em: www.ppgee.ufmg.br/defesas/1376M.PDF. Acesso 14 de agosto de 2018.

TOMIYOSHI, Luiz K. **Vestimentas de proteção contra queimaduras.**
www.osestoreletrico.com.br/vestimenta-de-protecao-contra-queimaduras-por-arco-eletrico, Edição 45, Acesso 14 de agosto de 2018.