

Capítulo III

A NFPA 70E e os requisitos de segurança para arco elétrico Seleção de EPIs

Por Alan Rômulo e Eduardo Senger*

No último capítulo foram apresentadas e discutidas, de maneira abrangente, as principais normas que abordam o risco de arco elétrico nas atividades em eletricidade. Entre todas as normas apresentadas, foram destacadas a NFPA 70E (Standard for electrical safety requirement for employee workplace) e a IEEE 1584 (IEEE Guide for performing arc-flash hazard calculations) como as principais referências atualmente utilizadas para mensurar os riscos e prover meios para sua mitigação.

Em função dessa relevância, este artigo apresenta os principais pontos da NFPA 70E relacionados ao

risco de arco elétrico e à seleção dos EPIs.

NFPA 70E

A norma NFPA 70E visa a estabelecer práticas de segurança para a proteção dos trabalhadores envolvidos em serviços com eletricidade. Além da introdução, a norma está estruturada em três capítulos e também contempla 16 anexos. Contudo, esses anexos não fazem parte dos seus requisitos e estão incluídos apenas para fins informativos. A Figura 2 destaca a organização do conteúdo apresentado nos principais capítulos da norma.

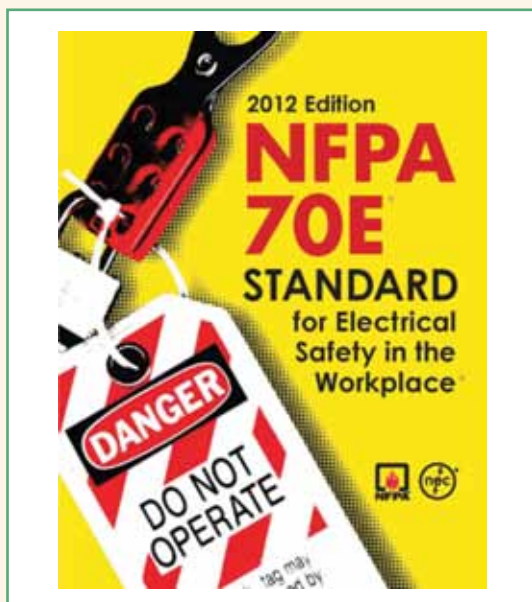


Figura 1 – Edição 2012 da NFPA 70E.

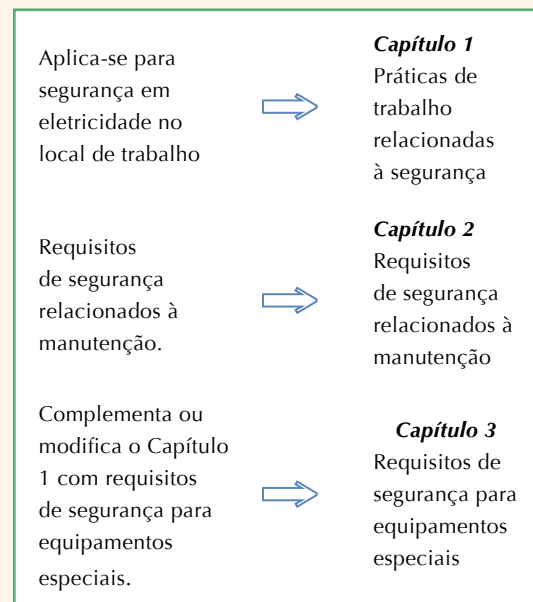


Figura 2 – Organização da norma NFPA 70E.

Especificamente sobre o risco do arco elétrico, a NFPA 70E dispõe que ele pode existir quando condutores energizados ou peças de um circuito são expostos, ou até mesmo quando estão em locais fechados, mas há uma pessoa interagindo com o equipamento, podendo causar um arco elétrico. Sob condições normais de funcionamento, os equipamentos instalados em ambientes fechados, que tenham sido corretamente instalados e mantidos, não são suscetíveis de causar um arco elétrico.

A NFPA 70E dispõe ainda que uma análise do risco de arco elétrico deve ser realizada para determinar o limite de aproximação seguro em relação ao risco de arco elétrico, a energia incidente a uma determinada distância de trabalho e os EPIs que os trabalhadores devem utilizar. Para realização dessa análise, devem-se considerar a parametrização dos dispositivos de sobrecorrente e o tempo para abertura do circuito. Manutenções impróprias ou inadequadas no sistema de proteção podem acarretar em um maior tempo de abertura do dispositivo de sobrecorrente, aumentando o nível de energia incidente.

Essa análise deve ser atualizada sempre que alterações significativas ocorrerem na instalação elétrica.

Características das vestimentas e EPIs para arco elétrico

A NFPA 70E determina que, caso uma atividade seja executada dentro de uma região com risco de arco elétrico, um dos métodos a seguir deve ser aplicado para seleção da vestimenta adequada e dos demais EPIs:

1) Estudo de energia incidente

Este estudo deve determinar o nível de energia incidente (em cal/cm²), ao qual um trabalhador está exposto, devendo ser formalmente documentado pelo empregador.

O nível de energia incidente deve ser baseado na distância de trabalho entre a face e a região torácica do empregado, e o respectivo ponto de origem do arco, de acordo com a tarefa a ser executada. As vestimentas resistentes a arco e outros EPIs devem ser utilizados pelo empregado com base no nível de energia incidente calculado.

Este método será discutido com mais detalhes no próximo artigo.

2) Categorias de risco

Este método permite a aplicação das tabelas 130.7(C)(15)(a), 130.7(C)(15)(b) e 130.7(C)(16), disponíveis na própria norma, para a seleção e a utilização de vestimentas resistentes a arco e outros equipamentos de proteção, e está detalhado adiante neste artigo.

Equipamentos de proteção para arco elétrico

As vestimentas de proteção (EPIs) são constituídas por tecidos especiais, que têm como objetivo evitar que os trabalhadores sofram queimaduras de terceiro grau. Em 1999, a ASTM definiu um indicador denominado ATPV (Arc Thermal Protection Value)

para medir o desempenho desses tecidos contra arco elétrico. ATPV é definido na norma ASTM F 1959-06 como a energia incidente sobre um material ou um sistema de multicamadas que resulta em uma probabilidade de 50% de transferência de calor por meio de um espécime testado e que poderá causar uma queimadura de segundo grau na pele humana, baseado na curva de Stoll (curva utilizada para prever o aparecimento de uma queimadura de segundo grau).

Este valor é medido por testes específicos, expondo o material aos arcos elétricos em diferentes condições de corrente e tempo de exposição. O indicador ATPV é dividido em cinco categorias de risco, conforme disposto na Tabela 1.

A NFPA 70E determina a utilização de EPIs com as seguintes características:

• **Vestimentas para arco elétrico**

Uma característica importante dessas vestimentas é a fácil e rápida remoção por parte do usuário. Toda a vestimenta resistente a arco elétrico, incluindo o capuz carrasco, deve estar adequada ao nível de energia incidente. No caso de haver uma fonte externa de ar conectada ao capuz, as mangueiras de ar e a bomba devem ser revestidas por materiais resistentes a arco ou serem construídos de materiais não inflamáveis.

• **Proteção para a cabeça**

Uma balaclava resistente a arco deve ser utilizada em conjunto com um protetor facial quando a região traseira do pescoço estiver exposta ao risco de arco elétrico. Pode ser utilizado um capuz carrasco em substituição ao protetor facial e a balaclava.

O capuz carrasco deve ser utilizado quando a energia incidente exceder 12 cal/cm².

• **Proteção para a face**

O protetor facial deve ter uma classificação adequada ao nível da energia incidente ao qual está exposto. Devem ser utilizados protetores faciais adequados para proteção da face, queixo, testa, orelhas e área do pescoço. Protetores faciais sem nenhum tipo de proteção para arco não devem ser utilizados. A proteção para os olhos, por meio de óculos de segurança, deve sempre ser utilizada sob o protetor facial.

• **Proteção para as mãos**

Luvas de couro ou luvas resistentes a arco devem ser utilizadas sempre que for requerida proteção contra arco elétrico. No caso das luvas de couro, estas são fabricadas inteiramente de couro com espessura mínima de 0,7 mm, não possuindo forro ou sendo revestidas com material não inflamável e não fundível. Luvas de couro que atendem a essas características têm demonstrado suportabilidade de até 10 cal/cm².

No caso de utilização de luvas isolantes para proteção contra choque, protetores de couro devem ser utilizados sobre a borracha

da luva, com o objetivo de prover proteção para as mãos contra o risco de arco elétrico.

• **Proteção para os pés**

Botas de couro proveem algum tipo de proteção para os pés contra arco elétrico, e devem ser utilizadas para valores de energia incidente superiores a 4 cal/cm².

As normas americanas aplicáveis para manufatura e testes desses EPIs estão disponíveis na tabela 130.7.(C)(14) da NFPA 70E.

Cuidados e manutenção das vestimentas de proteção para arco elétrico

A NFPA 70E determina alguns cuidados que devem ser tomados em relação às vestimentas contra arco elétrico, desde a etapa de armazenamento até a etapa de utilização. Os seguintes cuidados devem ser tomados:

a) Inspeção

As vestimentas resistentes a arco devem sempre ser inspecionadas antes do uso. Vestimentas contaminadas ou danificadas, de maneira que comprometam o nível de proteção, não devem ser utilizadas. Também não devem ser utilizadas vestimentas e EPIs contaminados com graxa, óleo e líquidos/materiais inflamáveis.

b) Instruções do fabricante

As instruções fornecidas pelos fabricantes para manutenção e cuidados das vestimentas devem ser seguidas pelo usuário.

c) Armazenamento

Vestimentas resistentes a arco devem ser armazenadas de forma a impedir danos físicos, bem como danos decorrentes de umidade, pó, ou outros agentes de deterioração ou contaminação, como materiais inflamáveis ou combustíveis.

d) Limpeza e reparo

Para lavagem de uma vestimenta resistente a arco, é necessário atender às recomendações do fabricante, a fim de evitar perda de proteção da vestimenta. Na eventual necessidade de reparo na vestimenta, devem-se empregar os mesmos materiais utilizados na manufatura da vestimenta.

Seleção das vestimentas e EPIs por meio das tabelas da NFPA 70E

Uma maneira de avaliar se uma tarefa possui o risco de gerar um arco elétrico é conhecer o escopo da atividade a ser realizada. Para facilitar a determinação da vestimenta e dos EPIs a serem utilizados, a norma apresenta duas tabelas em que são dados exemplos de atividades que podem ocasionar um arco elétrico, sendo que essas atividades estão relacionadas com o nível de tensão e a corrente de curto-circuito da instalação. São elas:

- Tabela 130.7(C)(15)(a), que trata de equipamentos de corrente

alternada;

- Tabela 130.7(C)(15)(b), que trata somente de equipamentos de corrente contínua.

Após a identificação da categoria do risco através das tabelas anteriores, deve-se aplicar a tabela 130.7(C)(16) da NFPA 70E para determinação dos requisitos das vestimentas de segurança e outros EPIs requeridos de acordo com a tarefa a ser executada.

A Tabela 1, adaptada da tabela 130.7(C)(16) da NFPA 70E, apresenta as cinco categorias de risco e deve ser aplicada sempre que houver o risco de arco elétrico durante a execução de alguma atividade.

A realização de serviços em painéis com energia incidente calculada superior a 40 cal/cm² somente é permitida com a instalação elétrica desenergizada, visto que não existem EPIs capazes de oferecer uma proteção adequada para esse nível de

TABELA 1 – VESTIMENTAS DE PROTEÇÃO E EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)

CATEGORIA DE RISCO	VESTIMENTA DE PROTEÇÃO E EPI
0	<p>Vestimenta de proteção, fibra natural não tratada (por exemplo, algodão não tratado, lã, nylon, seda ou mistura desses materiais), com gramatura mínima de 152 g/cm² Camisas (manga comprida) Calças (compridas)</p> <p>Equipamento de proteção Óculos de segurança Proteção auditiva (modelo de inserção no canal auditivo) Luvas de couro, quando necessário</p>
1	<p>Vestimenta resistente a arco elétrico, com suportabilidade mínima de 4 cal/cm² Camisas e calças compridas resistentes a arco ou macacão resistente a arco Protetor facial resistente a arco ou capuz carrasco resistente a arco</p> <p>Equipamento de proteção Capacete Óculos de segurança Proteção auditiva (modelo de inserção no canal auditivo) Luvas de couro Sapato de segurança em couro, quando necessário</p>
2	<p>Vestimenta resistente a arco elétrico, com suportabilidade mínima de 8 cal/cm² Camisas e calças compridas resistentes a arco ou macacão resistente a arco Protetor facial resistente a arco ou capuz carrasco resistente a arco e balaclava resistente a arco Jaqueta resistente a arco, agasalho, vestimenta impermeável ou forro para capacete, quando necessário</p> <p>Equipamento de proteção Capacete Óculos de segurança Proteção auditiva (modelo de inserção no canal auditivo) Luvas de couro Sapato de segurança em couro, quando necessário</p>
3	<p>Vestimenta resistente a arco elétrico selecionada, de modo que atenda a classificação de arco mínima de 25 cal/cm² Camisas de manga comprida resistente a arco, quando requerida Calças compridas resistentes a arco, quando requerida Macacão resistente a arco, quando requerido Jaqueta resistente a arco elétrico, quando requerida Capuz carrasco resistente a arco Luvas resistentes a arco Jaqueta resistente a arco, agasalho, vestimenta impermeável ou forro para capacete, quando necessário</p> <p>Equipamento de proteção Capacete Óculos de segurança Proteção auditiva (modelo de inserção no canal auditivo) Sapato de segurança em couro, quando necessário</p>
4	<p>Vestimenta resistente a arco elétrico selecionada, de modo que atenda a classificação de arco mínima de 40 cal/cm² Camisas de manga comprida resistente a arco, quando requerida Calças compridas resistentes a arco, quando requerida Macacão resistente a arco, quando requerido Jaqueta resistente a arco elétrico, quando requerida Capuz carrasco resistente a arco Luvas resistentes a arco Jaqueta resistente a arco, agasalho, vestimenta impermeável ou forro para capacete, quando necessário</p> <p>Equipamento de proteção Capacete Óculos de segurança Proteção auditiva (modelo de inserção no canal auditivo) Sapato de segurança em couro, quando necessário</p>

energia incidente.

A Figura 3 apresenta as etapas necessárias para determinação dos EPIs de acordo com essas tabelas.

Conclusão

Este artigo abordou os principais pontos da NFPA 70E, que tratam dos EPIs recomendados para atividades envolvendo o

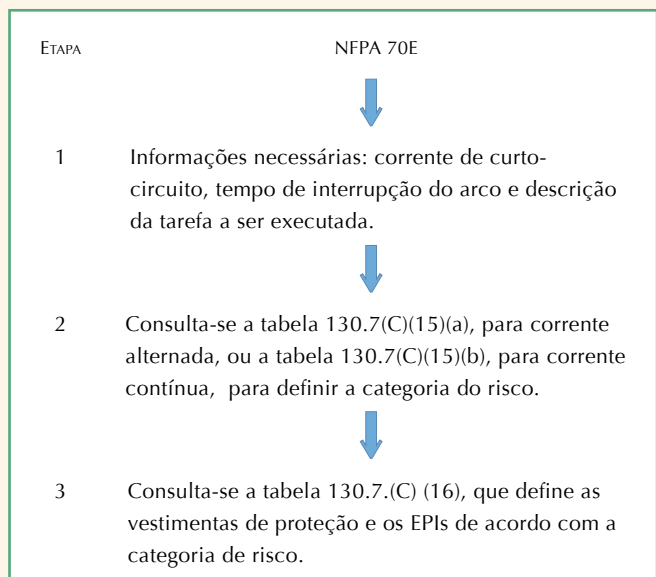


Figura 3 – Passos para a determinação da vestimenta de proteção e EPIs, de acordo com a NFPA-70E.

risco de arco elétrico, e apresentou uma maneira de selecionar as vestimentas de proteção e os demais EPIs pela utilização de um método simplificado, por meio da aplicação de tabelas.

No próximo artigo, será abordada a metodologia de seleção de EPIs pelo cálculo de energia incidente, considerando os métodos previstos na NFPA 70E.

Referências

ASTM F 1959-06. “Standard test method for determining the arc thermal performance value of materials for clothing”, 2006.

NFPA 70E. “Standard for electrical safety requirement for employee workplace”, 2012.

QUEIROZ, A. R. S. “Utilização de relés digitais para mitigação dos riscos envolvendo arco elétrico”. Dissertação (Mestrado em Ciências – Engenharia Elétrica). Universidade de São Paulo, 2011.

*ALAN RÔMULO SILVA QUEIROZ é engenheiro eletricista graduado pela Universidade Santa Cecília (Santos, SP), mestre em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e membro do IEEE-IAS.

*EDUARDO CÉSAR SENGER é engenheiro eletricista e doutor pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. É professor livre-docente na área de Proteção de Sistemas Elétricos pela Universidade de São Paulo e coordenador do Laboratório de Pesquisa em Proteção de Sistemas Elétricos – Lprot.

Continua na próxima edição
 Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
 Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br