
CHOQUE ELÉTRICO

O choque elétrico é um estímulo rápido no corpo humano, ocasionado pela passagem da corrente elétrica. Essa corrente circulará pelo corpo onde ele tornar-se parte do circuito elétrico, onde há uma diferença de potencial suficiente para vencer a resistência elétrica oferecida pelo corpo.

Embora tenhamos dito, no parágrafo acima, que o circuito elétrico deva apresentar uma diferença de potencial capaz de vencer a resistência elétrica oferecida pelo corpo humano, o que determina a gravidade do choque elétrico é a intensidade da corrente circulante pelo corpo.

O caminho percorrido pela corrente elétrica no corpo humano é outro fator que determina a gravidade do choque, sendo os choques elétricos de maior gravidade aqueles em que a corrente elétrica passa pelo coração.

Efeitos

O choque elétrico pode ocasionar contrações violentas dos músculos, a fibrilação ventricular do coração, lesões térmicas e não térmicas, podendo levar a óbito como efeito indireto as quedas e batidas, etc.

A morte por asfixia ocorrerá, se a intensidade da corrente elétrica for de valor elevado, normalmente acima de 30 mA e circular por um período de tempo relativamente pequeno, normalmente por alguns minutos. Daí a necessidade de uma ação rápida, no sentido de interromper a passagem da corrente elétrica pelo corpo. A morte por asfixia advém do fato do diafragma da respiração se contrair tetanicamente, cessando assim, a respiração. Se não for aplicada a respiração artificial dentro de um intervalo de tempo inferior a três minutos, ocorrerá sérias lesões cerebrais e possível morte.

A fibrilação ventricular do coração ocorrerá se houver intensidades de corrente da ordem de 15mA que circulem por períodos de tempo superiores a um quarto de segundo. A fibrilação ventricular é a contração disritimada do coração que, não possibilitando desta forma a circulação do sangue pelo corpo, resulta na falta de oxigênio nos tecidos do corpo e no cérebro. O coração raramente se recupera por si só da fibrilação ventricular. No entanto, se aplicarmos um desfibrilador, a fibrilação pode ser interrompida e o ritmo normal do coração pode ser restabelecido. Não possuindo tal aparelho, a aplicação da massagem cardíaca permitirá que o sangue circule pelo corpo, dando tempo para que se providencie o desfibrilador, na ausência do desfibrilador deve ser aplicada a técnica de massagem cardíaca até que a vítima receba socorro especializado.

Além da ocorrência destes efeitos, podemos ter queimaduras tanto superficiais, na pele, como profundas, inclusive nos órgãos internos.

Por último, o choque elétrico poderá causar simples contrações musculares que, muito embora não acarretem de uma forma direta lesões, fatais ou não, como vimos nos parágrafos anteriores, poderão originá-las, contudo, de uma maneira indireta: a contração do músculo poderá levar a pessoa a, involuntariamente, chocar-se com alguma superfície, sofrendo, assim, contusões, ou mesmo, uma queda, quando a vítima estiver em local elevado. Uma grande parcela dos acidentes por choque elétrico conduz a lesões provenientes de batidas e quedas.

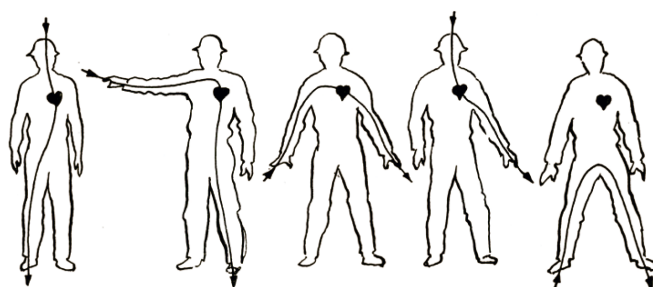
Fatores determinantes da gravidade

Analisaremos, a seguir, os seguintes fatores que determinam a gravidade do choque elétrico:

- percurso da corrente elétrica;
- características da corrente elétrica;
- resistência elétrica do corpo humano.

Percurso da corrente elétrica

Tem grande influência na gravidade do choque elétrico o percurso seguido pela corrente no corpo. A figura abaixo demonstra os caminhos que podem ser percorridos pela corrente no corpo humano.



Características da corrente elétrica

Outros fatores que determinam a gravidade do choque elétrico são as características da corrente elétrica. Nos parágrafos anteriores vimos que a intensidade da corrente era um fator determinante na gravidade da lesão por choque elétrico; no entanto, observa-se que, para a Corrente Contínua (CC), as intensidades da corrente deverão ser mais elevadas para ocasionar as sensações do choque elétrico, a fibrilação ventricular e a morte. No caso da fibrilação ventricular, esta só ocorrerá se a corrente contínua for aplicada durante um instante curto e específico do ciclo cardíaco.

As correntes alternadas de frequência entre 20 e 100 Hertz são as que oferecem maior risco. Especificamente as de 60 Hertz, usadas nos sistemas de fornecimento de energia elétrica, são especialmente perigosas, uma vez que elas se situam próximas à frequência na qual a possibilidade de ocorrência da fibrilação ventricular é maior.

Ocorrem também diferenças nos valores da intensidade da corrente para uma determinada sensação do choque elétrico, se a vítima for do sexo feminino ou masculino. A tabela abaixo ilustra o que acabamos de dizer.

Efeitos	Corrente elétrica (mA)- 60Hz	
	Homens	Mulheres
Limiar de percepção.	1,1	0,7
Choque não doloroso, sem perda do controle muscular.	1,8	1,2
Choque doloroso, limiar de largar.	16,0	10,5
Choque doloroso e grave contrações musculares, dificuldade de respiração.	23,0	15,0

Diferenças de sensações para pessoas do sexo feminino e masculino.

Resistência elétrica do corpo humano

A intensidade da corrente que circulará pelo corpo da vítima dependerá, em muito, da resistência elétrica que esta oferecer à passagem da corrente, e também de qualquer outra resistência adicional entre a vítima e a terra. A resistência que o corpo humano oferece à passagem da corrente é quase que exclusivamente devida à camada externa da pele, a qual é constituída de células mortas. Esta resistência está situada entre 100.000 e 600.000 ohms, quando a pele encontra-se seca e não apresenta cortes, e a variação apresentada é função da sua espessura.

Quando a pele encontra-se úmida, condição mais facilmente encontrada na prática, a resistência elétrica do corpo diminui. Cortes também oferecem uma baixa resistência. Pelo mesmo motivo, ambientes que contenham muita umidade fazem com que a pele não ofereça uma elevada resistência elétrica à passagem da corrente.

A pele seca, relativamente difícil de ser encontrado durante a execução do trabalho, oferece maior resistência a passagem da corrente elétrica. A resistência oferecida pela parte interna do corpo, constituída, pelo sangue músculos e demais tecidos, comparativamente à da pele é bem baixa, medindo normalmente 300 ohms em média e apresentando um valor máximo de 500 ohms.

As diferenças da resistência elétrica apresentadas pela pele à passagem da corrente, ao estar seca ou molhada, podem ser grande, considerando que o contato foi feito em um ponto do circuito elétrico que apresente uma diferença de potencial de 120 volts, teremos:

$$\text{Quando Seca; } I = \frac{120V}{400.000 \Omega} = 0,3 \text{ mA.}$$

$$\text{Quando Molhada; } I = \frac{120V}{15.000 \Omega} = 8 \text{ mA}$$

Causas determinantes

Veremos a seguir os meios através dos quais são criadas condições para que uma pessoa venha a sofrer um choque elétrico.

Contato com um condutor nú energizado

Uma das causas mais comuns desses acidentes é o contato com condutores aéreos energizados. Normalmente o que ocorre é que equipamentos tais como guindastes, caminhões basculantes tocam nos condutores, tornando-se parte do circuito elétrico; ao serem tocados por uma pessoa localizada fora dos mesmos, ou mesmo pelo motorista, se este, ao sair do veículo, mantiver contato simultâneo com a terra e o mesmo, causam um acidente fatal.

Com frequência, pessoas sofrem choque elétrico em circuitos com banca de capacitores, os quais, embora desligados do circuito que os alimenta, conservam por determinado intervalo de tempo sua carga elétrica. Daí a importância de se seguir as normativas referentes a estes dispositivos.

Grande cuidado deve ser observado, ao desligar-se o primário de transformadores, nos quais se pretende executar algum serviço. O risco que se corre é que do lado do secundário pode ter sido ligado algum aparelho, o que poderá induzir no primário uma tensão elevadíssima. Daí a importância de, ao se desligarem os condutores do primário de um transformador, estes serem aterrados.

Falha na isolação elétrica

Os condutores quer sejam empregados isoladamente, como nas instalações elétricas, quer como partes de equipamentos, são usualmente recobertos por uma película isolante. No entanto, a deterioração por agentes agressivos, o envelhecimento natural ou forçado ou mesmo o uso inadequado do equipamento podem comprometer a eficácia da película, como isolante elétrico.

Veremos, a seguir, os vários meios pelos quais o isolamento elétrico pode ficar comprometido:

Calor e Temperaturas Elevadas

A circulação da corrente em um condutor sempre gera calor e, por conseguinte, aumento da temperatura do mesmo. Este aumento pode causar a ruptura de alguns polímeros, de que são feitos alguns materiais isolantes, dos condutores elétricos.

Umidade

Alguns materiais isolantes que revestem condutores absorvem umidade, como é o caso do nylon. Isto faz com que a resistência isolante do material diminua.

Oxidação

Esta pode ser atribuída à presença de oxigênio, ozônio ou outros oxidantes na atmosfera. O ozônio torna-se um problema especial em ambientes fechados, nos quais operem motores, geradores. Estes produzem em seu funcionamento arcos elétricos, que por sua vez geram o ozônio. O ozônio é o oxigênio em sua forma mais instável e reativa. Embora esteja presente na atmosfera em um grau muito menor do que o oxigênio, por suas características, ele cria muito maior dano ao isolamento do que aquele.

Radiação

As radiações ultravioleta têm a capacidade de degradar as propriedades do isolamento, especialmente de polímeros. Os processos fotoquímicos iniciados pela radiação solar provocam a ruptura de polímeros, tais como, o cloreto de vinila, a borracha sintética e natural, a partir dos quais o cloreto de hidrogênio é produzido. Esta substância causa, então, reações e rupturas adicionais, comprometendo, desta forma, as propriedades físicas e elétricas do isolamento.

Produtos Químicos

Os materiais normalmente utilizados como isolantes elétricos degradam-se na presença de substâncias como ácidos, lubrificantes e sais.

Desgaste Mecânico

As grandes causas de danos mecânicos ao isolamento elétrico são a abrasão, o corte, a flexão e torção do recobrimento dos condutores. O corte do isolamento dá-se quando o condutor é puxado através de uma superfície cortante. A abrasão tanto pode ser devida à puxada de condutores por sobre superfícies abrasivas, por orifícios por demais pequenos, quanto à sua colocação em superfícies que vibrem, as quais consomem o isolamento do condutor. As linhas de pipas com cerol (material cortante) também agredem o isolamento dos condutores.

Fatores Biológicos

Roedores e insetos podem comer os materiais orgânicos de que são constituídos os isolamentos elétricos, comprometendo a isolação dos condutores. Outra forma de degradação das características do isolamento elétrico é a presença de fungos, que se desenvolvem na presença da umidade.

Altas Tensões

Altas tensões podem dar origem à arcos elétricos ou efeitos corona, os quais criam buracos na isolação ou degradação química, reduzindo, assim, a resistência elétrica do isolamento.

Pressão

O vácuo pode causar o desprendimento de materiais voláteis dos isolantes orgânicos, causando vazios internos e conseqüente variação nas suas dimensões, perda de peso e conseqüentemente, redução de sua resistividade.

QUEIMADURAS

A corrente elétrica atinge o organismo através do revestimento cutâneo. Por esse motivo, as vítimas de acidente com eletricidade apresentam, na maioria dos casos queimaduras.

Devido à alta resistência da pele, a passagem de corrente elétrica produz alterações estruturais conhecidas como “marcas de corrente”.

As características, portanto, das queimaduras provocadas pela eletricidade diferem daquelas causadas por efeitos químicos, térmicos e biológicos.

Em relação às queimaduras por efeito térmico, aquelas causadas pela eletricidade são geralmente menos dolorosas, pois a passagem da corrente poderá destruir as terminações nervosas. Não significa, porém que sejam menos perigosas, pois elas tendem a progredir em profundidade, mesmo depois de desfeito o contato elétrico ou a descarga.

A passagem de corrente elétrica através de um condutor cria o chamado efeito joule, ou seja, uma certa quantidade de energia elétrica é transformada em calor.

Essa energia (Watts) varia de acordo com a resistência que o corpo oferece à passagem da corrente elétrica, com a intensidade da corrente elétrica e com o tempo de exposição, podendo ser calculada pela expressão:

$$W = R \times I^2 \times t \quad (W = \int_{t_1}^{t_2} R \cdot I^2 dt \rightarrow \text{com } I \text{ constante})$$

onde: W-energia dissipada

R -resistência

I -intensidade da corrente

t -tempo

É importante destacar que não há necessidade de contato direto da pessoa com partes energizadas. A passagem da corrente poderá ser devida a uma descarga elétrica em caso de proximidade do indivíduo com partes eletricamente carregadas.

A eletricidade pode produzir queimaduras por diversas formas, o que resulta na seguinte classificação;

- queimaduras por contato;
- queimaduras por arco voltaico;
- queimaduras por radiação (em arcos produzidos por curtos-circuitos);
- queimaduras por vapor metálico.

Queimaduras por contato

“Quando se toca uma superfície condutora energizada, as queimaduras podem ser locais e profundas atingindo até a parte óssea, ou por outro lado muito pequenas, deixando apenas uma pequena “mancha branca na pele”. Em caso de sobreviver à morte, esse último caso é bastante importante, e deve ser verificado no exame necrológico, para possibilitar a reconstrução, mais exata possível, do caminho percorrido pela corrente.

Queimaduras por arco voltaico

O arco elétrico caracteriza-se pelo fluxo de corrente elétrica através do ar, e geralmente é produzido quando da conexão e desconexão de dispositivos elétricos e também em caso de curto-circuito, provocando queimaduras de segundo ou terceiro grau. O arco elétrico possui energia suficiente para queimar as roupas e provocar incêndios, emitindo vapores de material ionizado e raios ultravioletas.

Queimaduras por vapor metálico

Na fusão de um elo fusível ou condutor, há a emissão de vapores e derramamento de metais derretidos (em alguns casos prata ou estanho) podendo atingir as pessoas localizadas nas proximidades.

CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

É gerado quando da passagem da corrente elétrica nos meios condutores. O campo eletromagnético está presente em inúmeras atividades humanas, tais como trabalhos com circuitos ou linhas energizadas, solda elétrica, utilização de telefonia celular e fornos de microondas.

Os trabalhadores que interagem com Sistema Elétrico Potência estão expostos ao campo eletromagnético, quando da execução de serviços em linhas de transmissão aérea e subestações de distribuição de energia elétrica, nas quais empregam-se elevados níveis de tensão e corrente.

Os efeitos possíveis no organismo humano decorrente da exposição ao campo eletromagnético são de natureza elétrica e magnética. Onde o empregado fica exposto ao campo onde seu corpo sofre uma indução, estabelecendo um diferencial de potencial entre o empregado e outros objetos inerentes às atividades.

A unidade de medida do campo magnético é o Ampère por Volt, Gaus ou Tesla cujo símbolo é representado pela letra T.

Cuidados especiais devem ser tomados por trabalhadores ou pessoas que possuem em seu corpo aparelhos eletrônicos, tais como marca passo, aparelhos auditivos, dentre outros, pois seu funcionamento pode ser comprometido na presença de campos magnéticos intenso.

SUMÁRIO

CHOQUE ELÉTRICO	19
QUEIMADURAS	23
CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS	24