

Efeitos da Eletricidade no Corpo Humano

Ao passar pelo corpo humano, a corrente elétrica provoca coágulos nos vasos sanguíneos, danifica e lesa tecidos nervosos e musculares, conseqüentemente paralisando a respiração e culminado em paradas cardíacas fatais. A corrente elétrica pode matar imediatamente ou pode levar a à inconsciência, e quando se trata de rede de distribuição elétrica domiciliar, a baixa frequência faz os músculos se contraírem a 60 ciclos por segundo. A reação do organismo humano à passagem da corrente elétrica inicia em um ponto conhecido como Limiar de Sensação, e ocorre com uma intensidade de corrente de 1mA para corrente alternada e 5mA para corrente contínua. Pesquisadoras definiram 3 tipos de efeitos manifestados pelo corpo humano quando submetido à corrente elétrica:

a) Limiar de Sensação (Percepção)

O corpo humano começa a perceber a passagem de corrente elétrica a partir de 1 mA.

a) Limiar de Não Largar

Está associado às contrações musculares involuntárias provocadas pela corrente elétrica nos músculos das mãos. A partir de determinado valor, a corrente alternada polariza os tecidos nervosos provocando contrações musculares violentas ou mesmo deformações permanentes. A consequência é uma oclusão que impede a vítima de se livrar do condutor energizado. A intensidade de corrente para esse limiar varia entre 9 e 23 mA para os homens, e 6 a 14 mA para as mulheres.

b) Limiar de Fibrilação Ventricular

Limite acima do qual a corrente elétrica percorre a musculatura cardíaca com intensidade suficiente para contrair os músculos dos ventrículos e causar uma sístole involuntária.

O choque elétrico pode variar em função de fatores que interferem na intensidade da corrente e nos efeitos provocados no organismo, os fatores que interferem são:

- Trajeto da corrente elétrica no corpo humano
- Tipo da corrente elétrica
- Tensão nominal
- Intensidade da corrente
- Duração do choque elétrico
- Resistência do circuito
- Frequencia da corrente

a) Trajeto da corrente elétrica no corpo humano

O corpo humano é condutor de eletricidade e sua resistência varia de pessoa para pessoa e ainda depende do percurso da corrente. A corrente no corpo humano sofrerá variações conforme for o trajeto percorrido e com isso provocará efeitos diferentes no organismo, quando percorridos por corrente elétrica os órgãos vitais do corpo podem sofrer agravamento e até causar sua parada levando a pessoa a morte.

b) Tipo da corrente elétrica

O corpo humano é mais sensível a corrente alternada do que á corrente continua, os efeitos dests no organismo humano em geral são os mesmos, passando por contrações simples para valores de baixa intensidade e até resultar em queimaduras graves e a morte para valores maiores. Existe apenas uma diferença na sensação provocada por correntes de baixa intensidade; a corrente continua de valores imediatamente superiores a 5 mA que é o Limiar de Sensação, cria no organismo a sensação de aquecimento ao passo que a corrente alternada causa a sensação de formigamento, para valores imediatamente acima de 1 mA.

c) Tensão nominal

A tensão nominal de um circuito é a tensão de linha pela qual o sistema é designado e à qual são referidas certas características operacionais do sistema. De acordo com os padrões atuais norte-americanos, as tensões nominais dos sistemas são classificados em :

Baixa Tensão	0 V	>1000 V
Média Tensão	>1000 V	< 72500 V
Alta Tensão	> 72500 V	< 242000 V
Extra- alta Tensão	>242000 V	< 800000 V

Partindo das premissas que os efeitos danosos ao organismo humano são provocados pela corrente e que esta, pela Lei de Ohm, é tanto maior quanto maior for a tensão, podemos concluir que os efeitos do choque são mais graves à medida que a tensão aumenta, e pela mesma Lei de Ohm quanto menor a resistência do circuito maior a corrente. Portanto concluímos que não existem valores de tensões que não sejam perigosos. Para condições normais de influências externas, considera-se perigosa uma tensão superior a 50 Volts, em corrente alternada e 120 Volts em corrente contínua, o corpo humano possui em média uma resistência na faixa de 1300 a 3000 Ohms, assim uma tensão de contato no valor de 50 V, resultará numa corrente de :

$$I = 50 / 1300 = 38,5 \text{ mA}$$

O valor de 38,5 mA em geral não é perigoso ao organismo humano, abaixo apresentamos o valor de duração máxima de uma tensão em contato com o corpo humano. Os valores indicados baseiam-se em valores limites de corrente de choque e correspondem a condições nas quais a corrente passa pelo corpo humano de uma mão para outra ou de uma mão para a planta do pé, sendo que a superfície de contato é considerada a pele relativamente úmida :

Duração máxima da tensão de contato CA	
Tensão de Contato (V)	Duração Máxima (Seg.)
<50	infinito
50	5
75	0,60
90	0,45
110	0,36
150	0,27
220	0,17
280	0,12

Duração máxima da tensão de contato CC	
Tensão de Contato (V)	Duração Máxima (Seg.)
<120	infinito
120	5
140	1
160	0,5
175	0,2
200	0,1
250	0,05
310	0,03

d) Intensidade da corrente

As perturbações produzidas pelo choque elétrico dependem da intensidade da corrente que atravessa o corpo humano, e não da tensão do circuito responsável por essa corrente. Até o limiar de sensação, a corrente que atravessa o corpo humano é praticamente inócua, qualquer que seja sua duração, a partir desse valor, à medida que a corrente cresce, a contração muscular vai se tornando mais desagradável. Para as frequências industriais (50 - 60 Hz), desde que a intensidade não exceda o valor de 9 mA, o choque não produz alterações de consequências graves, quando a corrente ultrapassa 9

mA, as contrações musculares tornam-se mais violentas e podem chegar ao ponto de impedir que a vítima se liberte do contato com o circuito. Se a zona torácica for atingida poderão ocorrer asfixia e morte aparente, caso em que a vítima morre se não for socorrida a tempo. Correntes maiores que 20 mA são muito perigosas, mesmo quando atuam durante curto espaço de tempo. As correntes da ordem de 100 mA, quando atingem a zona do coração, produzem fibrilação ventricular em apenas 2 ou 3 segundos, e a morte é praticamente certa. Correntes de alguns Amperes, além de asfixia pela paralisação do sistema nervoso, produzem queimaduras extremamente graves, com necrose dos tecidos. Nesta faixa de corrente não é possível o salvamento, a morte é instantânea.

Duração máxima da tensão de contato CC

Intensidade (mA)	Perturbações prováveis	Estado após o choque	Salvamento	Resultado Final
1	Nenhuma	Normal	-----	Normal
1 - 9	Sensação cada vez mais desagradável à medida que a intensidade aumenta. Contrações musculares.	Normal	Desnecessário	Normal
9 - 20	Sensação dolorosa, contrações violentas, perturbações circulatórias	Morte aparente	Respiração artificial	Restabelecimento
20 - 100	Sensação insuportável, contrações violentas, asfixia, perturbações circulatórias graves inclusive fibrilação ventricular	Morte aparente	Respiração artificial	Restabelecimento ou morte
>100	asfixia imediata, fibrilação ventricular	Morte aparente	Muito difícil	Morte
Vários Amperes	Asfixia imediata, queimaduras graves	Morte aparente ou imediata	Praticamente impossível	Morte

e) Duração do choque

O tempo de duração do choque é de grande efeito nas consequências geradas, as correntes de curta duração tem sido inócuas, razão pela qual não se considerou a eletricidade estática, por outro lado quanto maior a duração mais danosos são os efeitos.

f) Resistência do circuito

Quando o corpo humano é intercalado ao circuito elétrico, ele passa a ser percorrido por uma corrente elétrica cuja intensidade de acordo com a lei de Ohm é em função da tensão e da resistência. Dependendo das partes do corpo intercaladas ao circuito a resistência do conjunto pode variar, e com isso a corrente também será alterada.

g) Frequência da corrente

O Limiar de Sensação da corrente cresce com o aumento da frequência, ou seja correntes com frequências maiores são menos sentidas pelo organismo, estas correntes de altas frequências acima de 100000 Hz, cujos efeitos se limitam ao aquecimento são amplamente utilizadas na medicina como fonte de febre artificial. Nessas condições pode-se fazer circular até 1 A sobre o corpo humano sem causar perigo. O quadro abaixo lista diversos valores de Limiar de Sensação em função do aumento da frequência da corrente elétrica.

Frequência da Corrente Elétrica						
Frequência (Hz)	50-60	500	1.000	5.000	10.000	100.000
Limiar de Sensação (mA)	1	1,5	2	7	14	150