NR-10

CHOQUE ELÉTRICO

Prof. Pedro Armando da Silva Jr.
Engenheiro Eletricista, Dr.
pedroarmando@ifsc.edu.br

CHOQUE ELÉTRICO

Definição

É a perturbação de natureza e efeitos diversos que se manifesta no organismo humano quando este é percorrido por uma corrente elétrica.

CHOQUE ELÉTRICO

Tipos

Estático

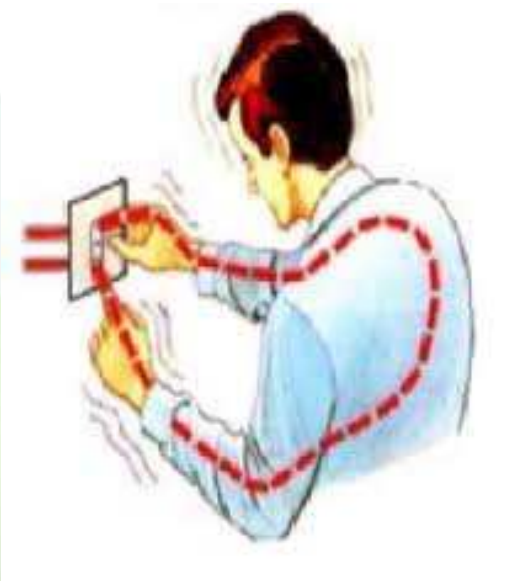
Dinâmico

Descarga atmosférica

CHOQUE ELÉTRICO

Choques dinâmicos

Contato unipolar



Contato bipolar

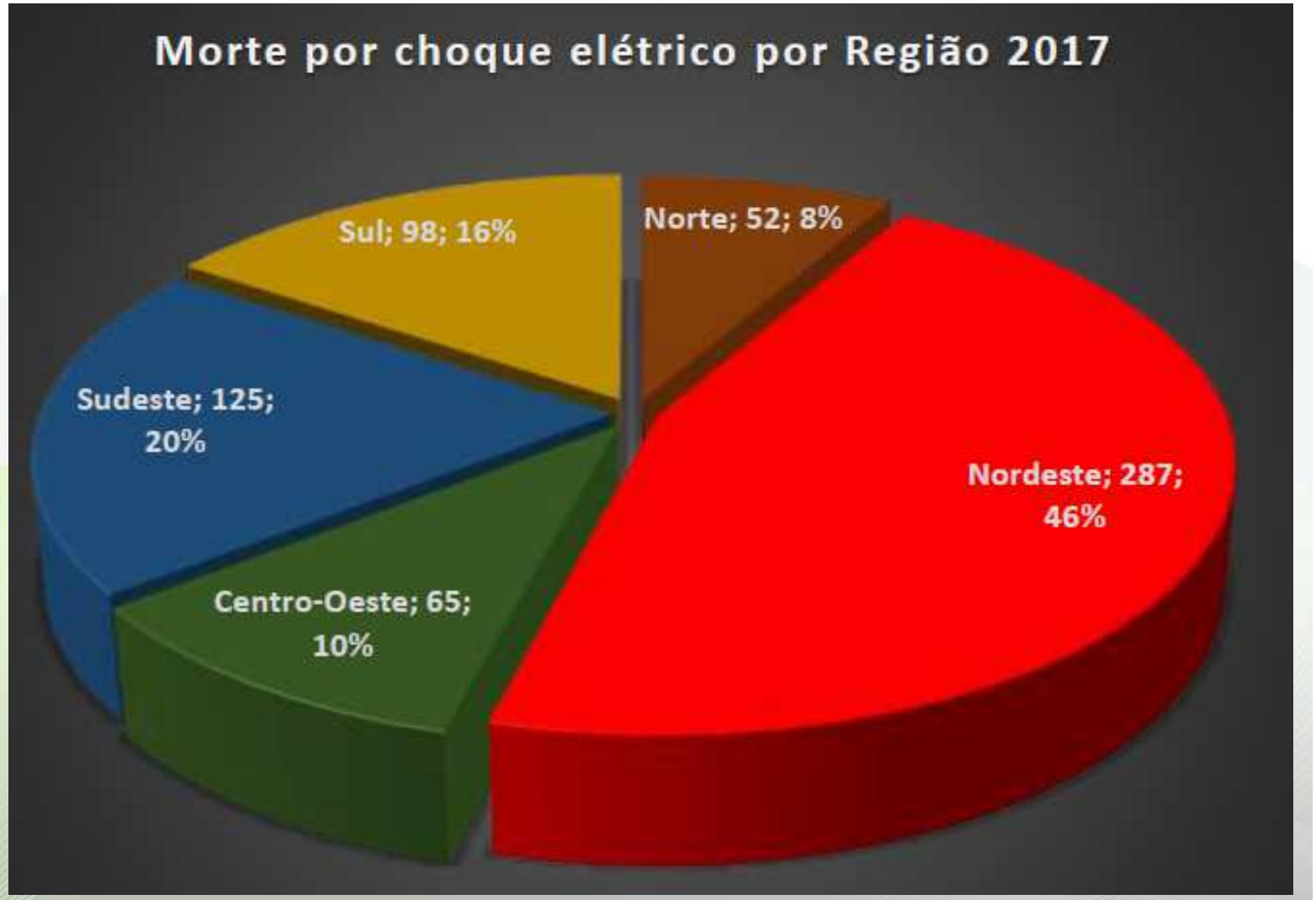
Contato pelo dielétrico rompido

CHOQUE ELÉTRICO

Estatística de acidentes 2017

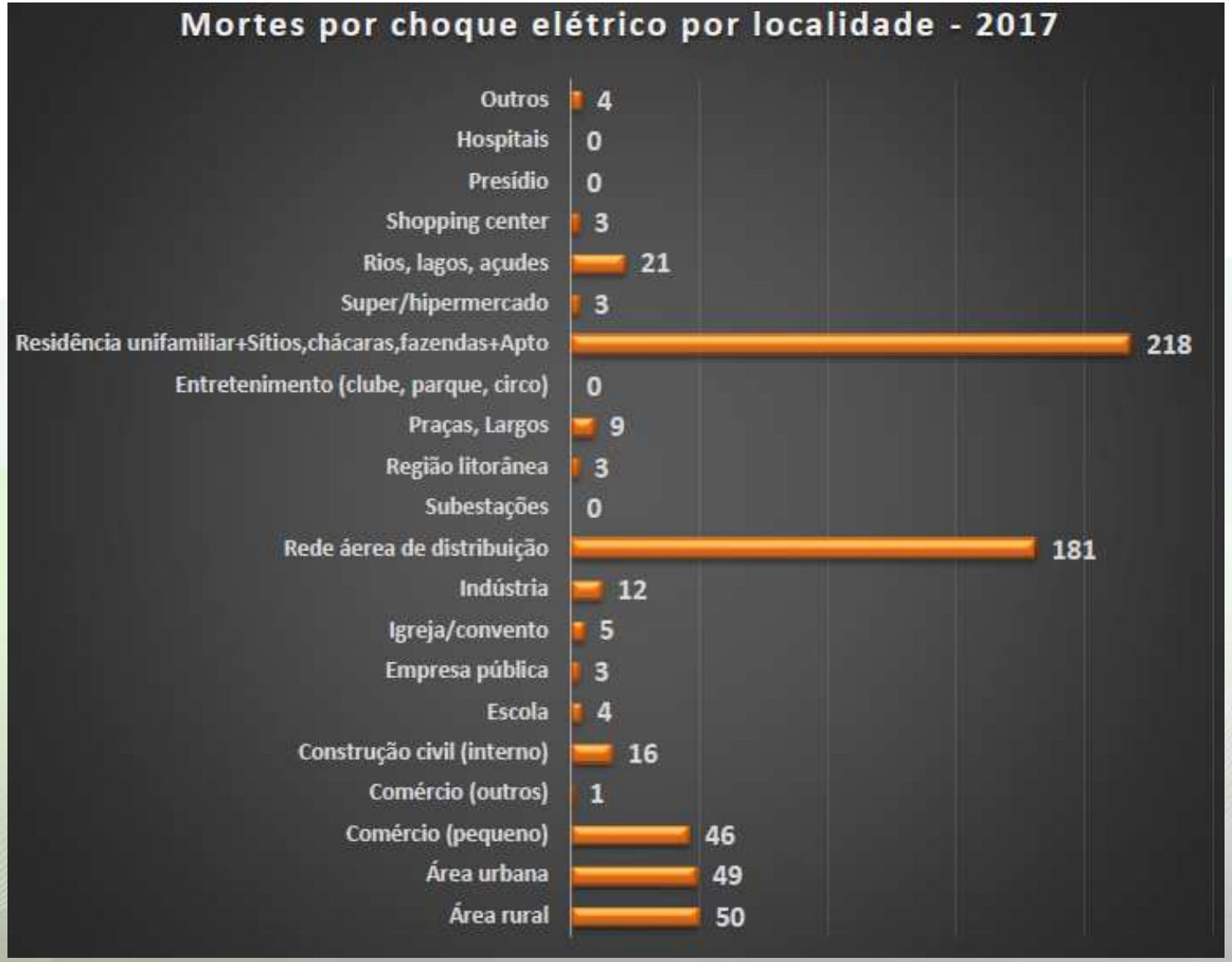
CHOQUE ELÉTRICO

Estatística de acidentes 2017



CHOQUE ELÉTRICO

Estatística de acidentes 2017

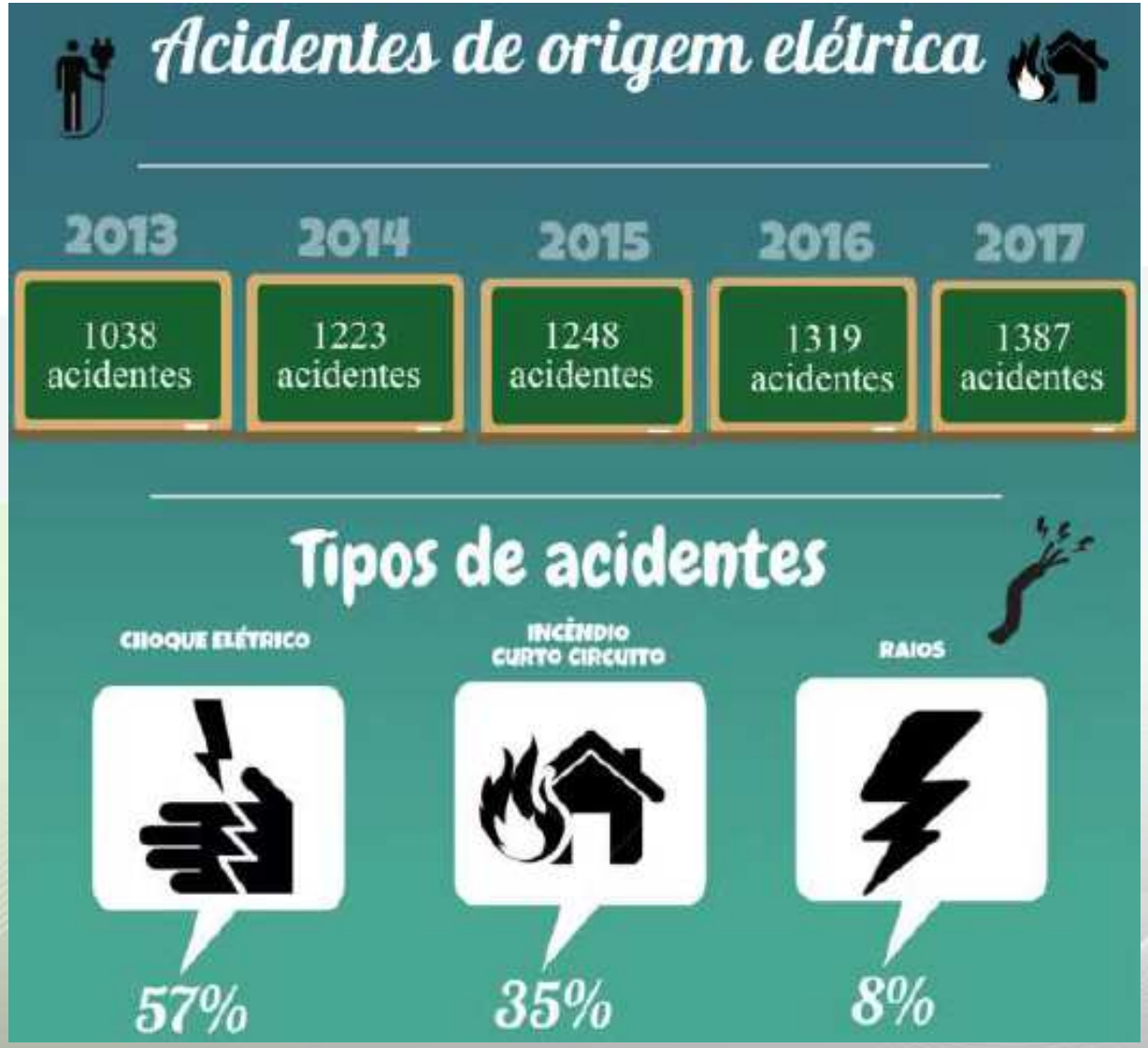


CHOQUE ELÉTRICO

Estatística de acidentes 2017

CHOQUE ELÉTRICO

Estatística de acidentes 2017

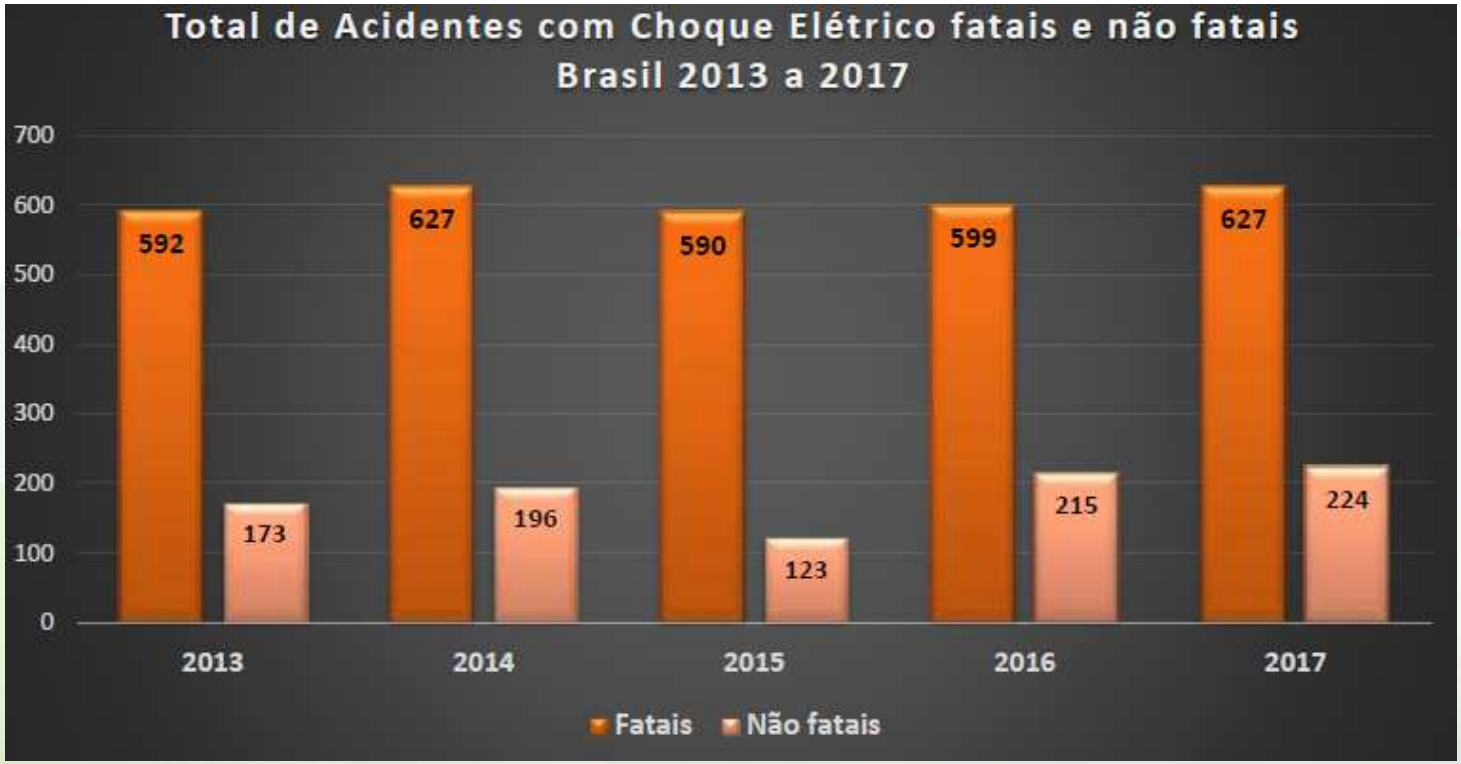


CHOQUE ELÉTRICO

Estatística de acidentes 2017

CHOQUE ELÉTRICO

Estatística de acidentes 2017



CHOQUE ELÉTRICO

Sintomas

- Inibição dos centros nervosos, inclusive dos que comandam a respiração produzindo parada respiratória;
- Alteração no ritmo cardíaco, podendo produzir fibrilação ventricular do coração e uma consequente parada cardíaca;
- Queimaduras profundas, produzindo necrose do tecido, ossos, músculo, órgãos etc.;
- Alterações do sangue provocadas por efeitos térmicos;
- Perturbação no sistema nervoso;
- Sequelas em vários órgãos do corpo humano (renais, mentais etc.)
- Contrações musculares;
- Eletrólise no sangue;
- Retenção sanguínea.

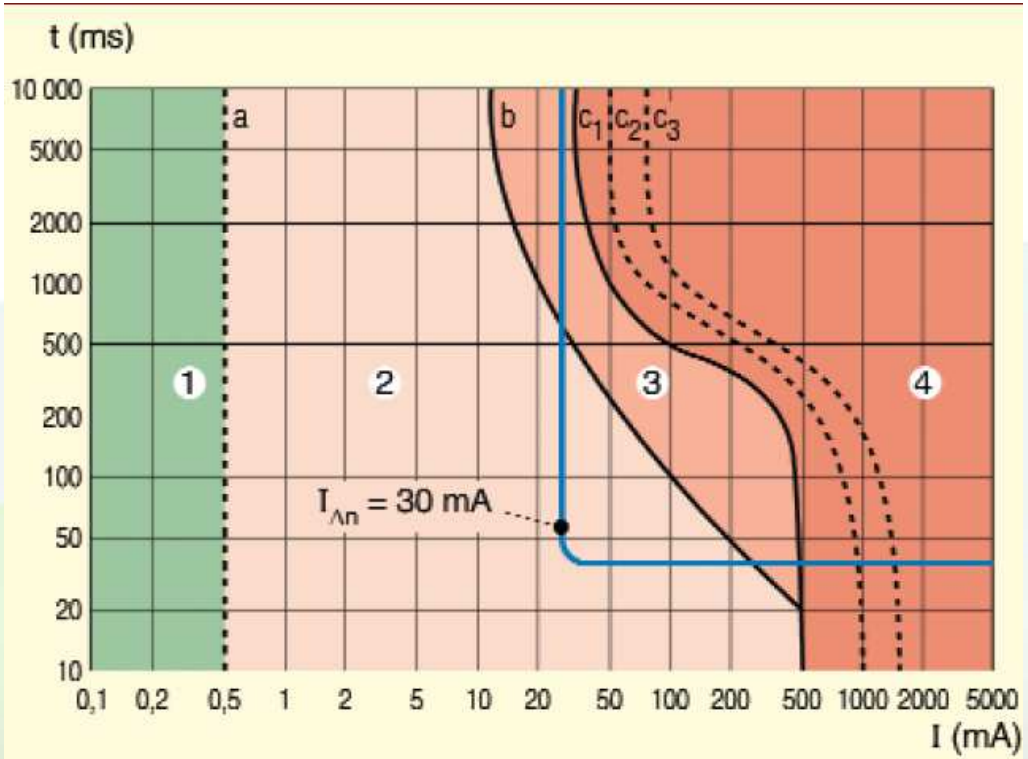
CHOQUE ELÉTRICO

Os efeitos das perturbações variam e dependem de:

- Percurso da corrente elétrica pelo corpo;
- Intensidade da corrente;
- Tempo de duração do choque;
- Área de contato do choque;
- Pressão de contato;
- Espécie da corrente elétrica;
- Frequência da corrente;
- Nível da tensão elétrica;
- Espraiamento da corrente de choque pelo corpo;
- Condições da pele do indivíduo;
- Região do choque no corpo humano;
- Estado de saúde do indivíduo;
- Outras condições (uso de próteses, marca-passos etc.)

CHOQUE ELÉTRICO

Efeitos da corrente alternada:



1. Normalmente, nenhum efeito perceptível;
2. Sente-se a passagem da corrente, mas não se manifesta qualquer reação do corpo humano;
3. Zona em que se manifesta o efeito agarramento. Todavia, não há sequelas após a interrupção da corrente;
4. Probabilidade de ocorrência da fibrilação ventricular.

CHOQUE ELÉTRICO

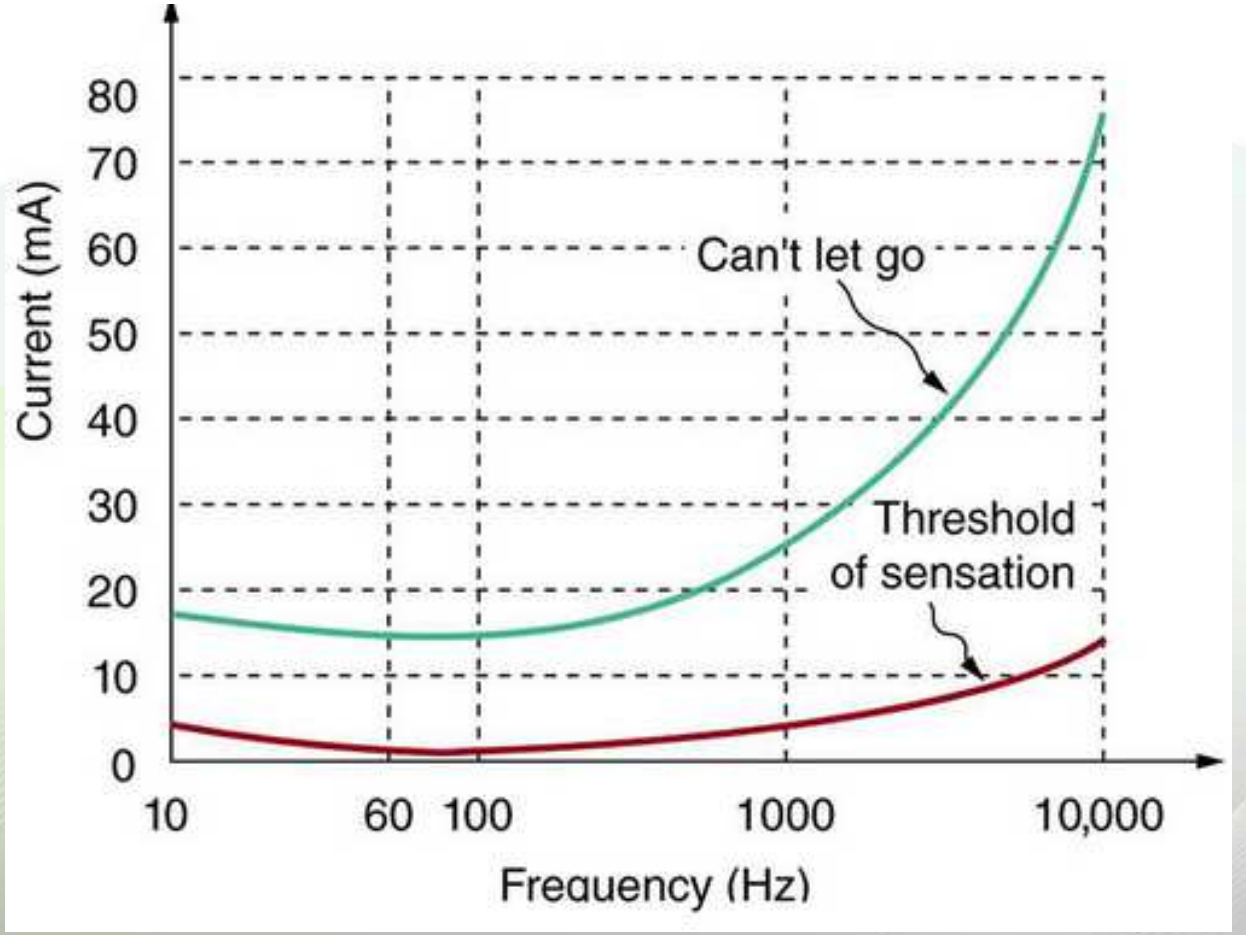
Valores típicos:

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.

CHOQUE ELÉTRICO

Valores médios do limiar de percepção e do efeito agarramento em função da frequência



Fonte: http://voer.edu.vn/c/electric-hazards-and-the-human-body/0e60bfc6/290c79ff

CHOQUE ELÉTRICO

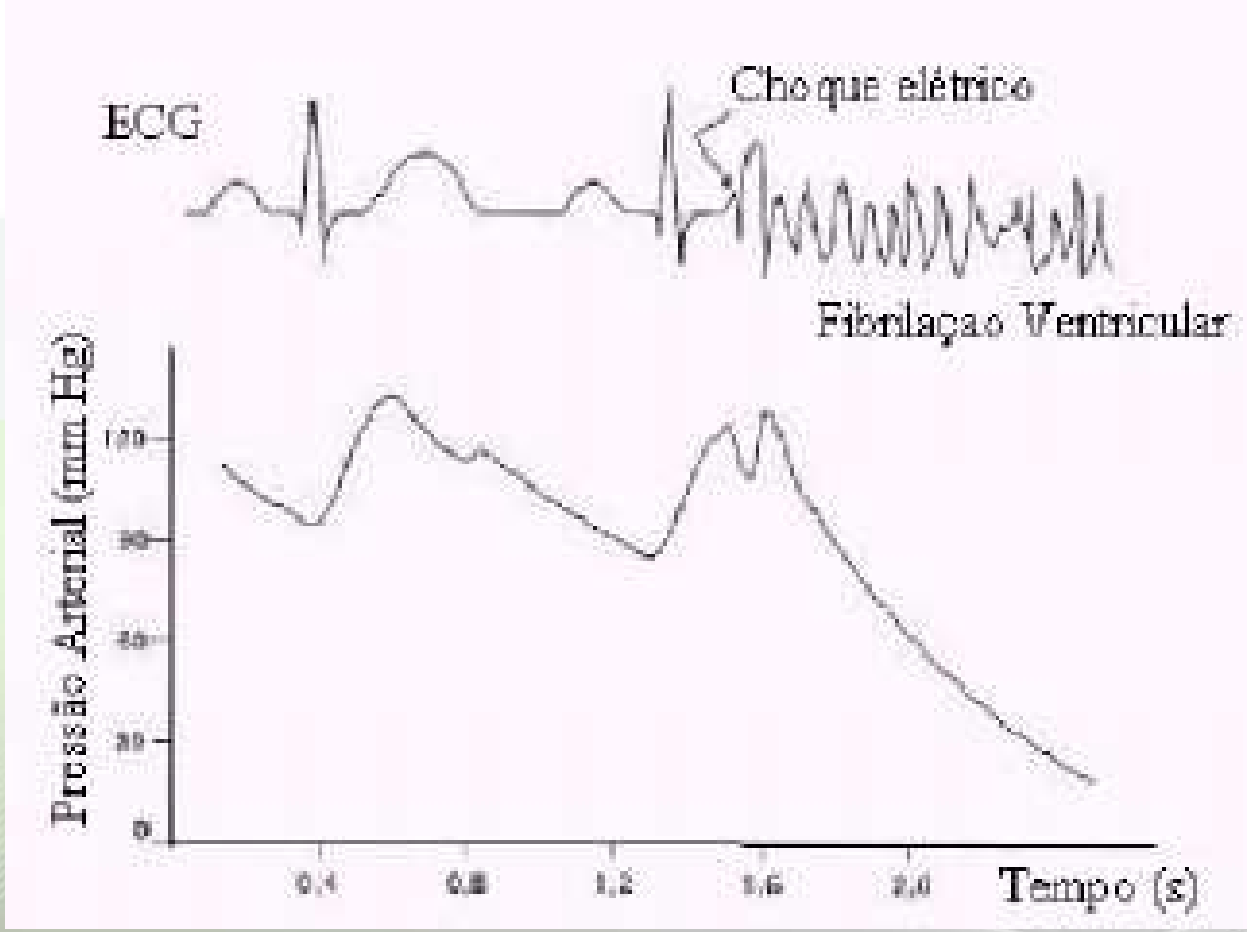
Tetanização

A tetanização é um fenômeno decorrente da contração muscular produzida por um impulso elétrico.

Quando a frequência dos estímulos ultrapassa um certo limite o músculo é levado à contração completa.

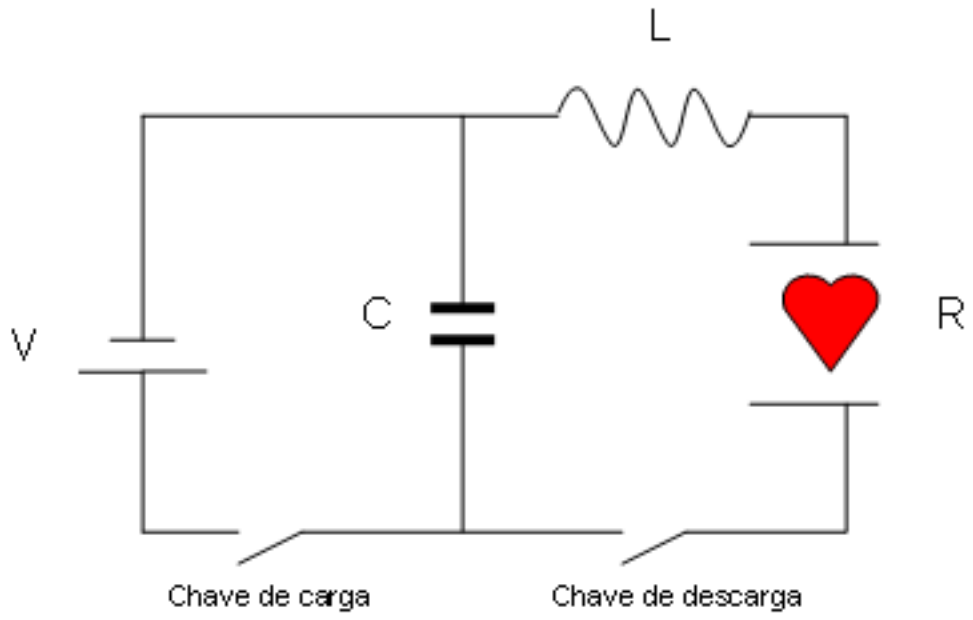
CHOQUE ELÉTRICO

ECG de um coração antes e após a ocorrência de um choque



CHOQUE ELÉTRICO

Desfibrilador



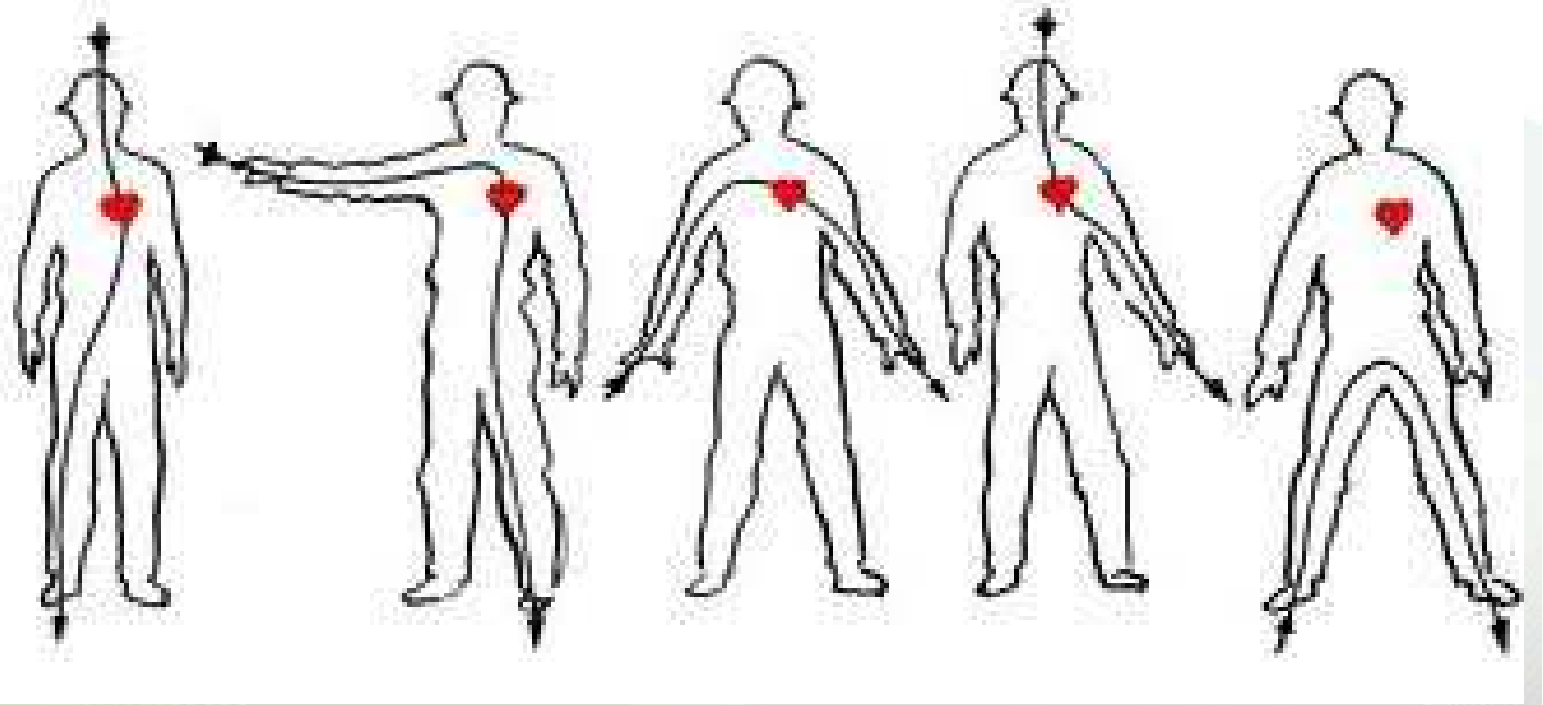
Uma bateria ou outra fonte de energia elétrica **V** carrega o banco de capacitores **C** quando a chave de carga é fechada

Quando os capacitores estão carregados, a chave de carga é aberta e a chave de descarga é fechada.

O capacitor realiza uma rápida e intensa descarga da energia armazenada no peito do paciente através do indutor **L.** Este cria a onda de Lown.

CHOQUE ELÉTRICO

Percurso e espraiamento da corrente elétrica pelo corpo



CHOQUE ELÉTRICO

Lesões Térmicas

- Queimadura de 1º, 2º e 3° graus nos músculos e pele;
- Aquecimento e dilatação dos vasos sanguíneos
- Aquecimento/carbonização de ossos e cartilagens;
- Queima de terminações nervosas e sensoriais;

CHOQUE ELÉTRICO

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.

CHOQUE ELÉTRICO

Queimaduras por vapor metálico e metal derretido

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

CHOQUE ELÉTRICO

Lesões não Térmicas

- Danos celulares;
- Espasmos musculares;
- Contração descoordenada do coração (fibrilação);
- Parada respiratória e cardíaca;
- Ferimentos resultantes de quedas e perda do equilíbrio.

CHOQUE ELÉTRICO

Resistência elétrica do corpo humano

- A resistência que o corpo humano oferece à passagem da corrente é quase que exclusivamente devida à camada externa da pele.
- Esta resistência está situada entre 100kΩ e 600kΩ, quando a pele encontra-se seca e não apresenta cortes, e a variação apresentada é função da sua espessura.

CHOQUE ELÉTRICO

Resistência elétrica do corpo humano

- Quando a pele encontra-se úmida, condição mais facilmente encontrada na prática, a resistência elétrica do corpo diminui. Cortes também oferecem uma baixa resistência 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 Ω em média e apresentando um valor máximo de 500 Ω.

CHOQUE ELÉTRICO

Resistência elétrica do corpo humano

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 220 volts, teremos:

Pele seca: $$I = \frac{V}{R} = \frac{220}{400.000} = 0,55\ mA$$

Pele molhada: $$I = \frac{V}{R} = \frac{220}{15.000} = 14,7\ mA$$

CHOQUE ELÉTRICO

Causas determinantes

- Contato com um condutor nu energizado;
- Falha na isolação elétrica;
- Calor e temperaturas elevadas
- Umidade;
- Oxidação;
- Radiação;
- Produtos químicos;
- Desgaste mecânico
- Fatores biológicos
- Altas tensões

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 micro-ondas.

A unidade de medida do campo magnético é o **ampere por volt**, Gauss 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.

CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

Os níveis de referência adotados pela ANEEL se baseiam nos indicadores recomendados pela OMS, que têm como fundamento estudos científicos biológicos e epidemiológicos sobre os possíveis efeitos dos campos elétricos e magnéticos no ser humano.

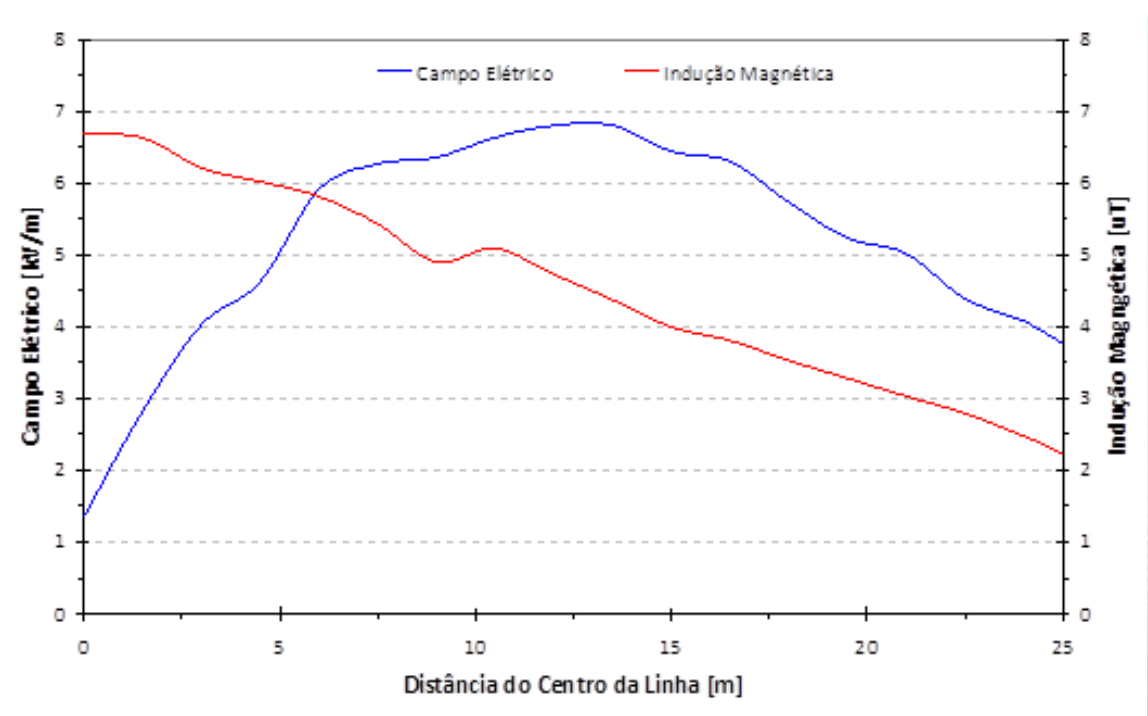
A OMS, por sua vez, adota os limites recomendados pela ICNIRP (Comissão Internacional de Proteção Contra Radiação Não Ionizante) para a exposição humana a campos elétricos e magnéticos em baixa frequência.

Tabela de níveis de referência para 60 Hz

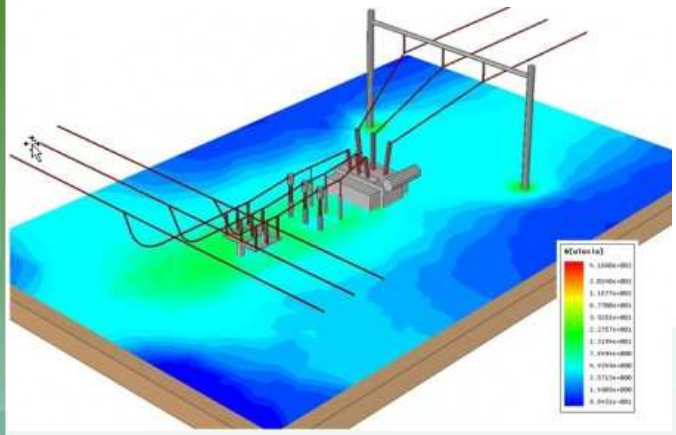
População exposta	Campo elétrico [kV/m]	Campo Magnético [µT]
Público em geral	4,17	200
População ocupacional	8,33	1.000

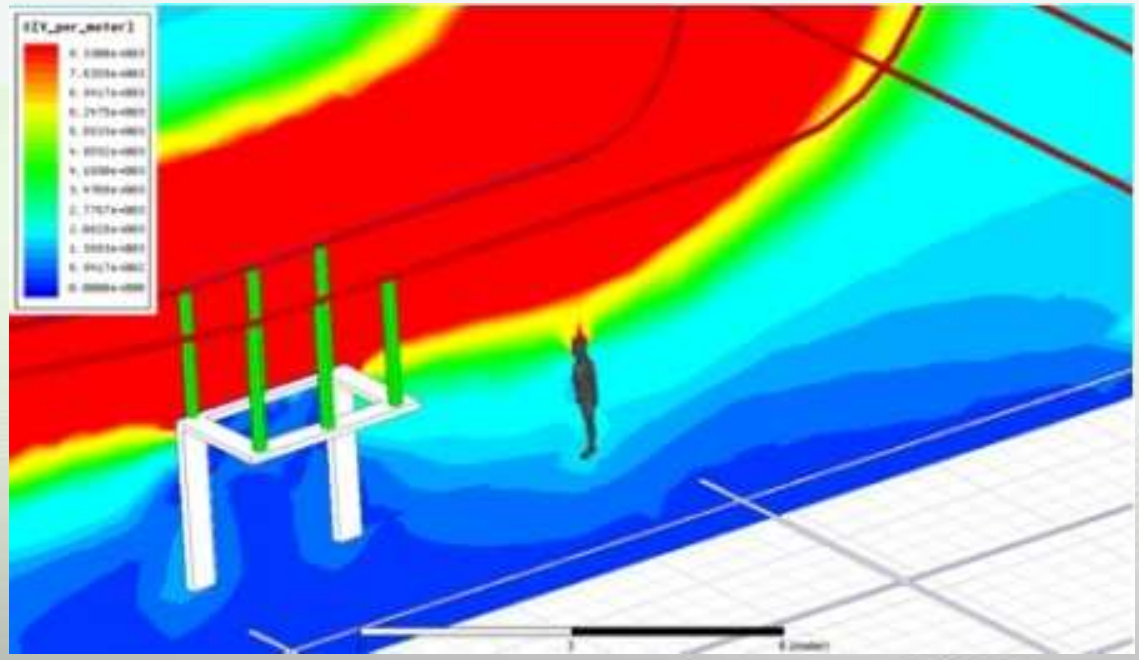
CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

Exemplo: Linha 525 kV – 830 A



CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS





Fonte: http://www.esss.com.br