



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

NR-10

CHOQUE ELÉTRICO

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



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

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.





INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

CHOQUE ELÉTRICO

Tipos



Estático



Dinâmico



Descarga atmosférica



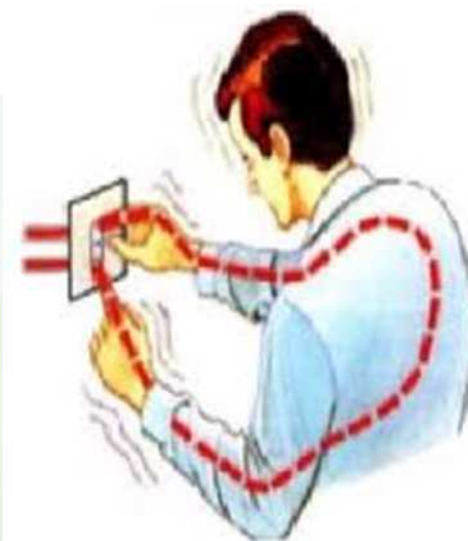
INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

CHOQUE ELÉTRICO

Choques dinâmicos



Contato unipolar



Contato bipolar



**Contato pelo
dielétrico rompido**



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

CHOQUE ELÉTRICO

Estatística dos acidentes:

- 43 % residencial;
- 30 % comercial e industrial;
- 27 % não especificados





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 conseqüente 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

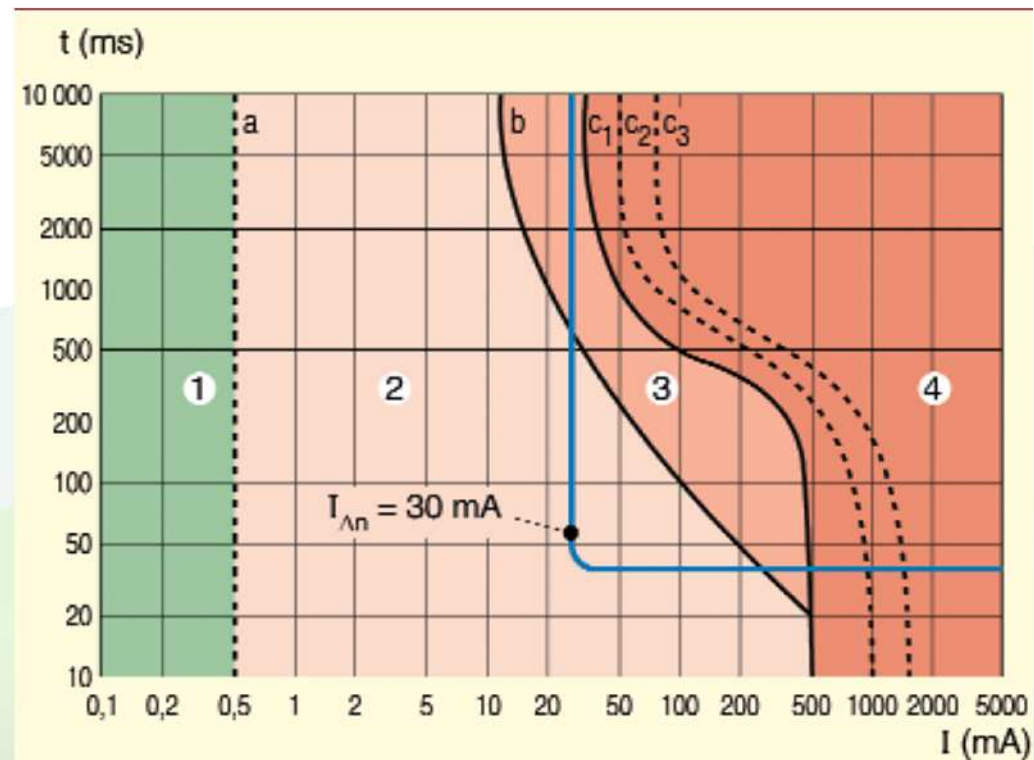
Os efeitos das perturbações variam e dependem de:

- 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;
- Espreadimento 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.



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

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.



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

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.

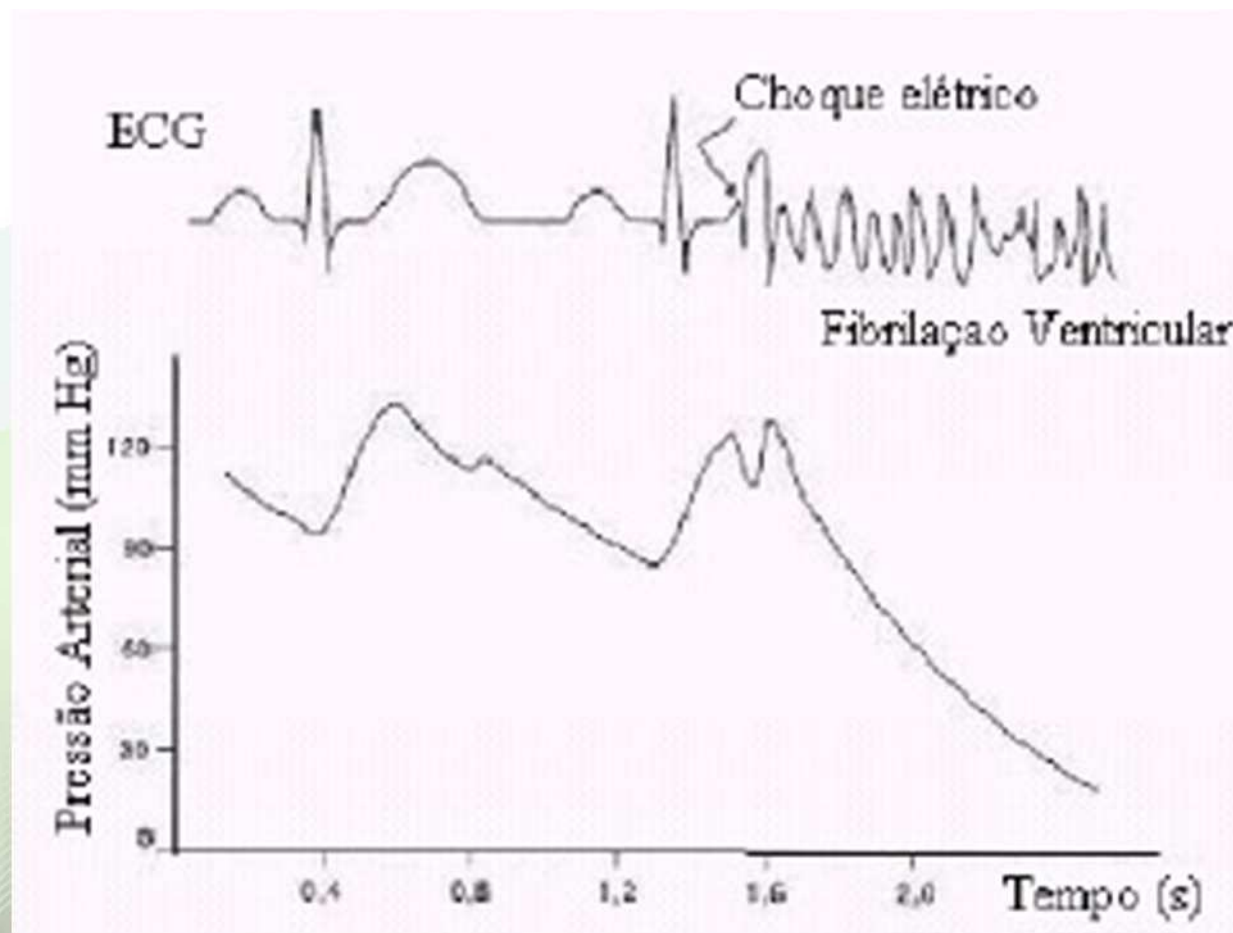




INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

CHOQUE ELÉTRICO

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

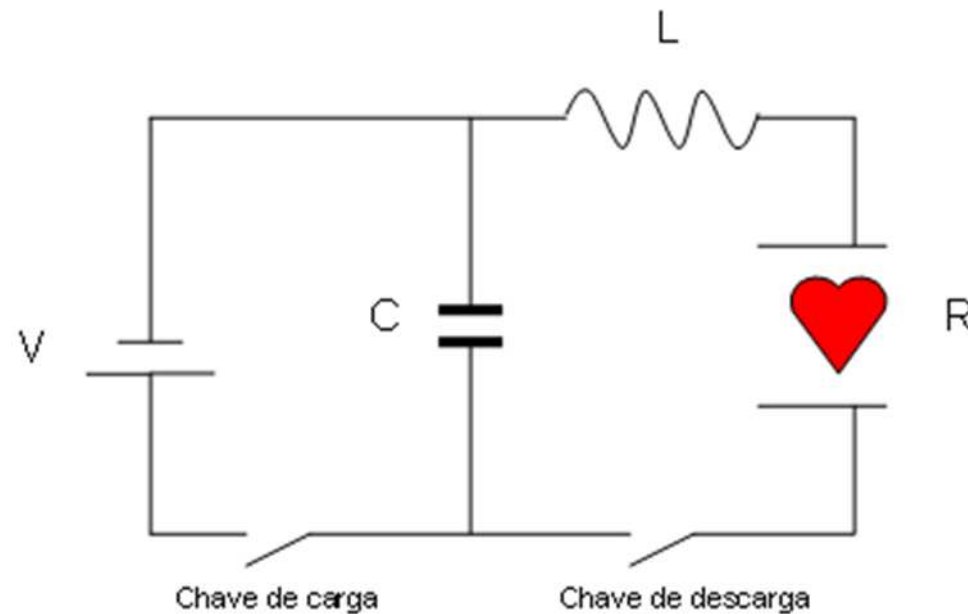




INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

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.

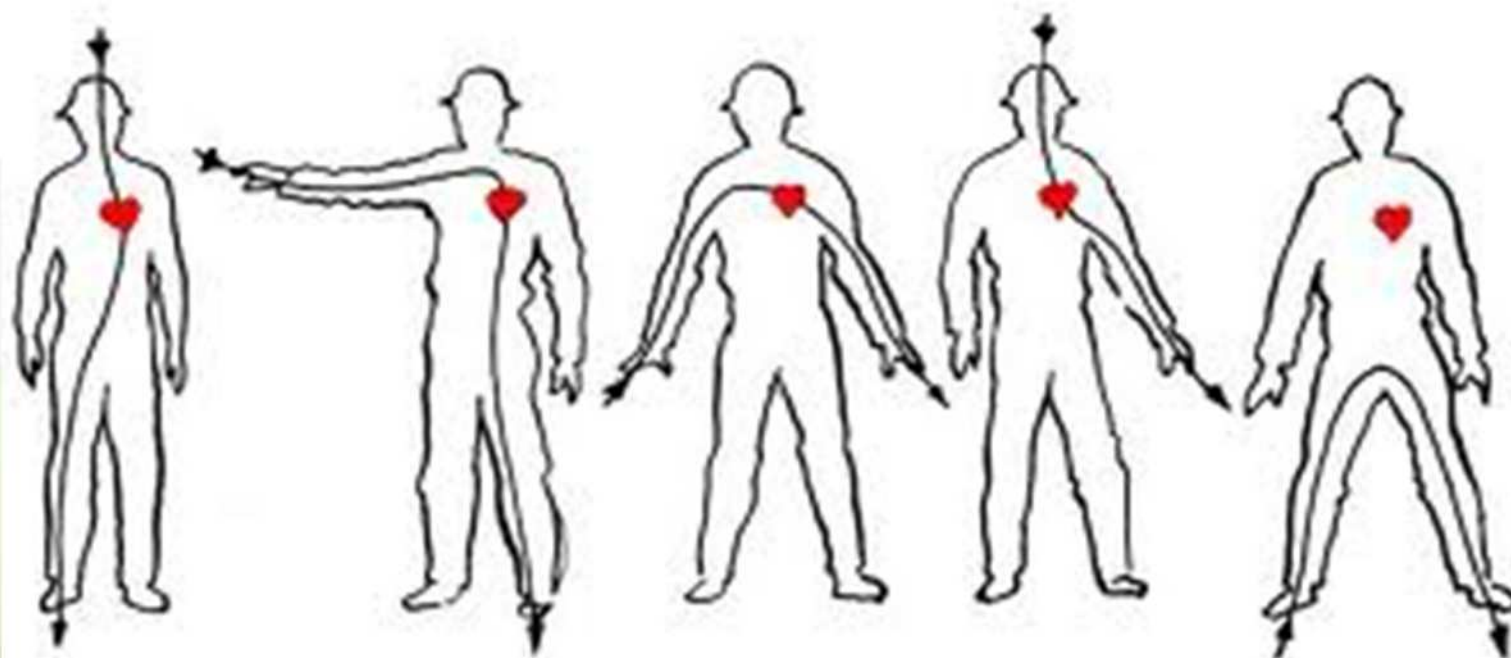
O capacitor realiza uma rápida e intensa descarga da energia armazenada no peito do paciente através do indutor L . Este cria a onda de Lown.



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

CHOQUE ELÉTRICO

Percurso e espraiamento da corrente elétrica pelo corpo





INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

CHOQUE ELÉTRICO

Lesões Térmicas

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





INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

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.





INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

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





INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

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.





INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

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 100 e 600 k Ω , quando a pele encontra-se seca e não apresenta cortes, e a variação apresentada é função da sua espessura.



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

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 300Ω em média e apresentando um valor máximo de 500Ω .



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 120 volts, teremos:

Pele seca:
$$I = \frac{V}{R} = \frac{120}{400.000} = 0,3 \text{ mA}$$

Pele molhada:
$$I = \frac{V}{R} = \frac{120}{15.000} = 8,0 \text{ mA}$$



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

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
- Pressão



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.



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

Tabela 1: Níveis de referência de exposição a campos elétricos e magnéticos

Frequência	50 Hz		60 Hz	
	Elétrico (kV / m)	Magnético (μ T)	Elétrico (kV / m)	Magnético (μ T)
População Ocupacional	10	500	8,3	416,5
Público em Geral	5	100	4,16	83,3