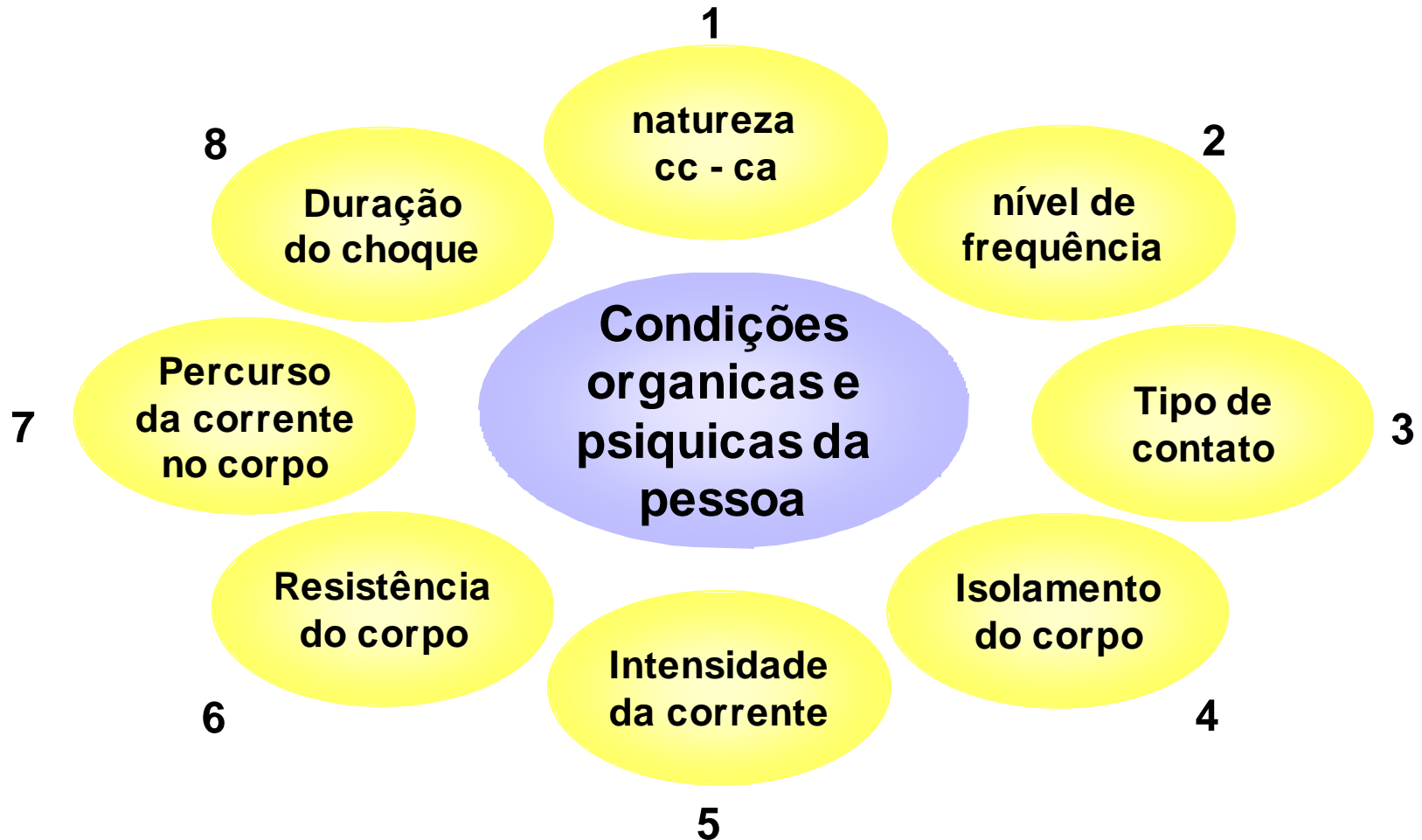




# OS EFEITOS DO CHOQUE ELÉTRICO VARIAM CONFORME AS CIRCUNSTÂNCIA





# Os perigos da corrente elétrica

---

**Qualquer atividade biológica, seja glandular, nervosa ou muscular, é originada por impulsos elétricos. Quando, por choque, à corrente fisiológica soma-se outra de origem externa, as funções vitais do organismo humano são alteradas e, dependendo de certos fatores, podem acarretar até a morte.**

**Fundamentalmente, são quatro os efeitos que a corrente elétrica produz no organismo humano**

# Sintomas do Choque Elétrico

- Contrações musculares;
- Tetanização dos músculos;
- Aquecimento do músculo, órgão e sangue;
- Queimaduras dos ossos, músculos, órgãos, pele, etc..
- Parada respiratória;
- Parada cardíaca;
- Problemas mentais;
- Perdas de memória;
- Prolapso em órgãos ou músculos;
- Problemas renais;
- Retensão sangüínea;
- Outros.



# Efeito da corrente

---

- 2 grupos:
- primeiro: Que não produzem morte - queimaduras, lesões cutâneas
- segundo: que produz morte - crispações, músculos pulmonares; fibrilação



# Efeitos Fisiológicos da Corrente Elétrica

---

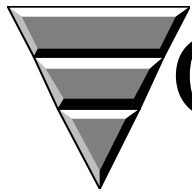
- O funcionamento do estímulo nervoso
- O perigo: Tensão ou Corrente Elétrica??
- Os fenômenos Fisiológicos da corrente
- A tetanização
  - A parada respiratória Tetanização dos músculos
  - peitorais, os pulmões são bloqueados
  - **Não adianta esforço próprio**



# Os perigos da corrente elétrica

---

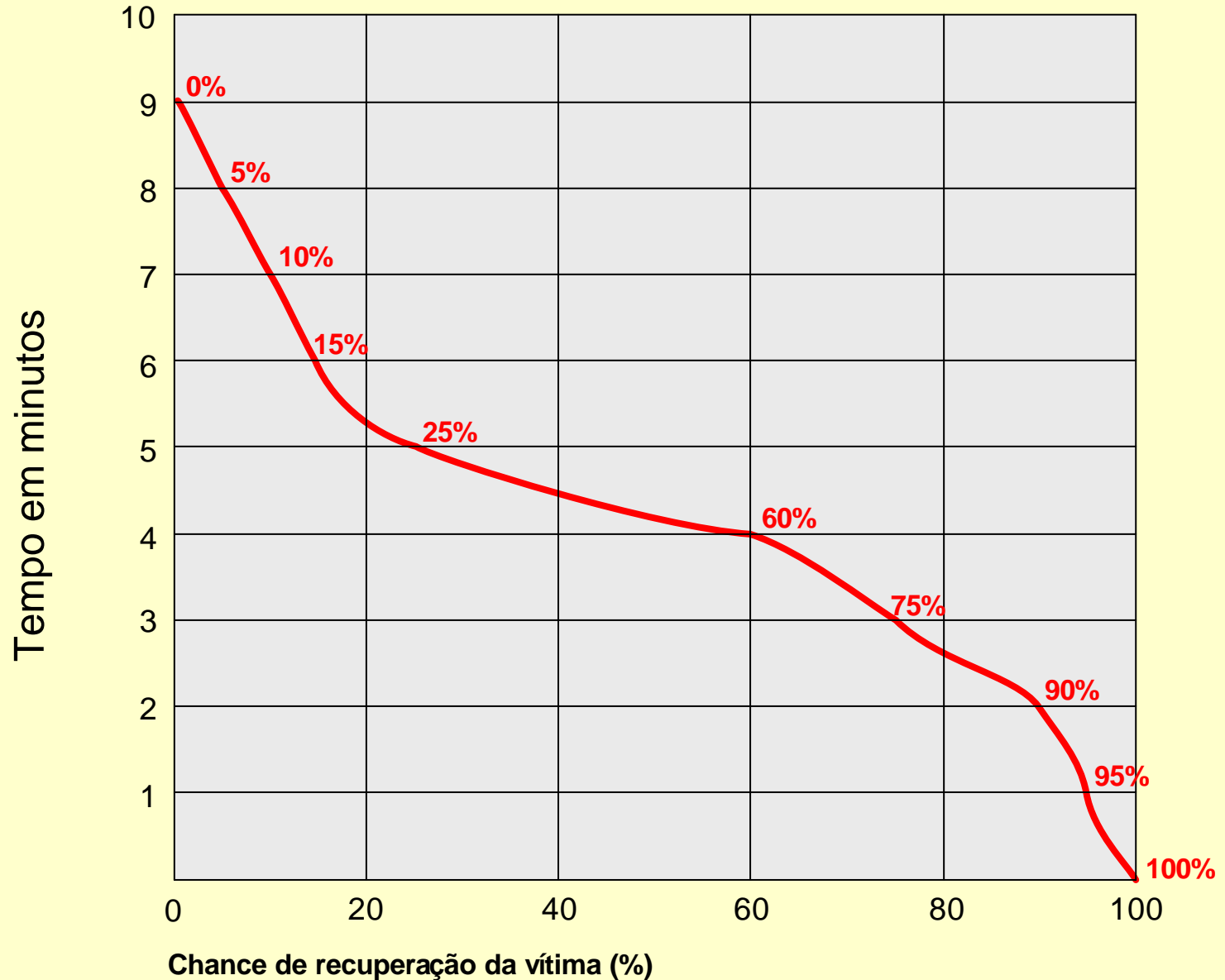
- ***TETANIZAÇÃO*** — contração muscular provocada pela circulação da corrente através dos tecidos nervosos. Este efeito sobrepõe-se ao comando cerebral. A partir de certo valor (em corrente alternada, 50/60Hz: 6 a 14mA, para mulheres, e 9 a 23mA, para homens), a corrente provoca a contração total do músculo, impedindo, por exemplo, que algum objeto que esteja sendo segurado possa ser largado, motivo de ser conhecido como *limiar de não largar*.
-



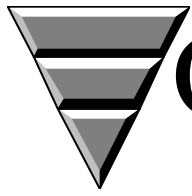
# Os perigos da corrente elétrica

- ***PARADA RESPIRATÓRIA*** — se a corrente de choque atingir valores superiores aos do limiar de não largar, a tetanização atinge os músculos peitorais e a função respiratória é afetada. Por esta razão, é importante a respiração artificial no socorro imediato às vítimas de choque elétrico.
- A permanência da corrente leva o indivíduo a perda de consciência e morte por sufocamento;
- A intervenção deve ser rápida (3 a 4 min), com respiração artificial para evitar lesões irreversíveis.

# Probabilidade de recuperação da vítima de choque elétrico após a parada respiratória







# Os perigos da corrente elétrica

---

- ***QUEIMADURA*** — como o corpo humano tem certa resistência elétrica, a circulação de corrente provoca calor (Efeito Joule), produzindo queimaduras, que são mais intensas nos pontos de entrada e saída da corrente (onde a densidade de corrente é maior, pois, não só a resistência da epiderme é superior a dos tecidos internos, como também há a resistência da interface de contato). As queimaduras por choque são profundas e podem levar à morte por insuficiência renal.
- Mais graves quanto maior a corrente e o tempo de permanência;
- As queimaduras internas podem romper as artérias



# Efeitos patológicos

---

- Queimaduras - efeito Joule, pontos críticos, entrada e saída da corrente. “Via de regra são profundas - difícil cura

» Insuficiência Renal – morte

- CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS
  - A queimadura elétrica apresenta várias características que a diferencia de outras queimaduras provocada outros agentes. A lesão local depende do tipo de tensão, corrente, umidade, entre outros, e pode variar desde de uma lesão puntiforme a uma necrose extensa de todas as estruturas.
-

# Queimadura por corrente





# Queimadura por corrente

---

- As lesões de pele em poucas horas torna-se enegrecidas e em geral são bem delimitadas. As lesões extensas se comportam como a síndrome esmagamento e os músculos lesados podem liberar grande quantidade de mioglobina, que atinge o máximo em torno da primeira hora, podendo levar obstrução dos túbulos renais e à necrose tubular aguda
- Essas lesões têm a característica de serem “progressivas”, ou seja, , tendem a aumentar cada dia, durante um período médio de duas semana após a lesão, caminhando na profundidade da musculatura.





- Queimadura do terceiro grau ocorrido em alta tensão





- Queimaduras no ponto de saída ou entrada da corrente elétrica no contato.







# Fibrilação

---

A fibrilação ventricular - músculo cardíaco

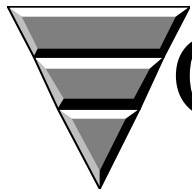
– Coração bate desordenadamente - parada cardíaca. – Desfibrilador

Contração muscular produzida pelo impulso elétrico;

Perigo: o indivíduo ficar “agarrado” durante o tempo em que perdurar a ddp;

Valores elevados de corrente provocam a repulsão;

---



# Os perigos da corrente elétrica

---

***FIBRILAÇÃO VENTRICULAR*** — no ser humano, o músculo cardíaco contrai-se 60 a 100 vezes por minuto em virtude dos impulsos elétricos gerados no nódulo seno-atrial do coração. Quando a estes, somam-se e sobrepõem-se impulsos externos devidos a choque elétrico, dependendo da intensidade da corrente e da duração do contato, a frequência do batimento poderá ser alterada, produzindo arritmia, e o coração não ser mais capaz de exercer sua função vital. A fibrilação ventricular é praticamente irreversível, pois, apesar dos bons resultados que podem ser conseguidos pelo pronto socorro com desfibriladores cardíacos, via de regra não há tempo para usá-los, já que o tempo para comprometimento do coração e do cérebro é de apenas três min.

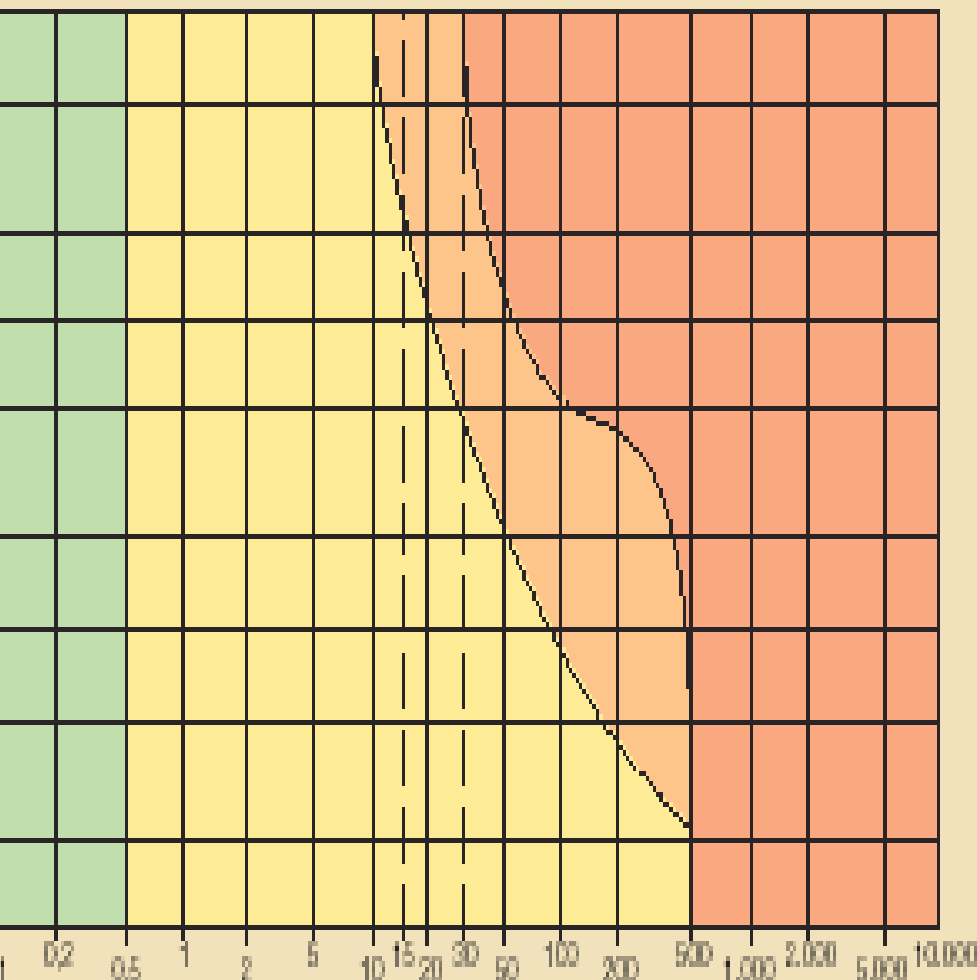
---



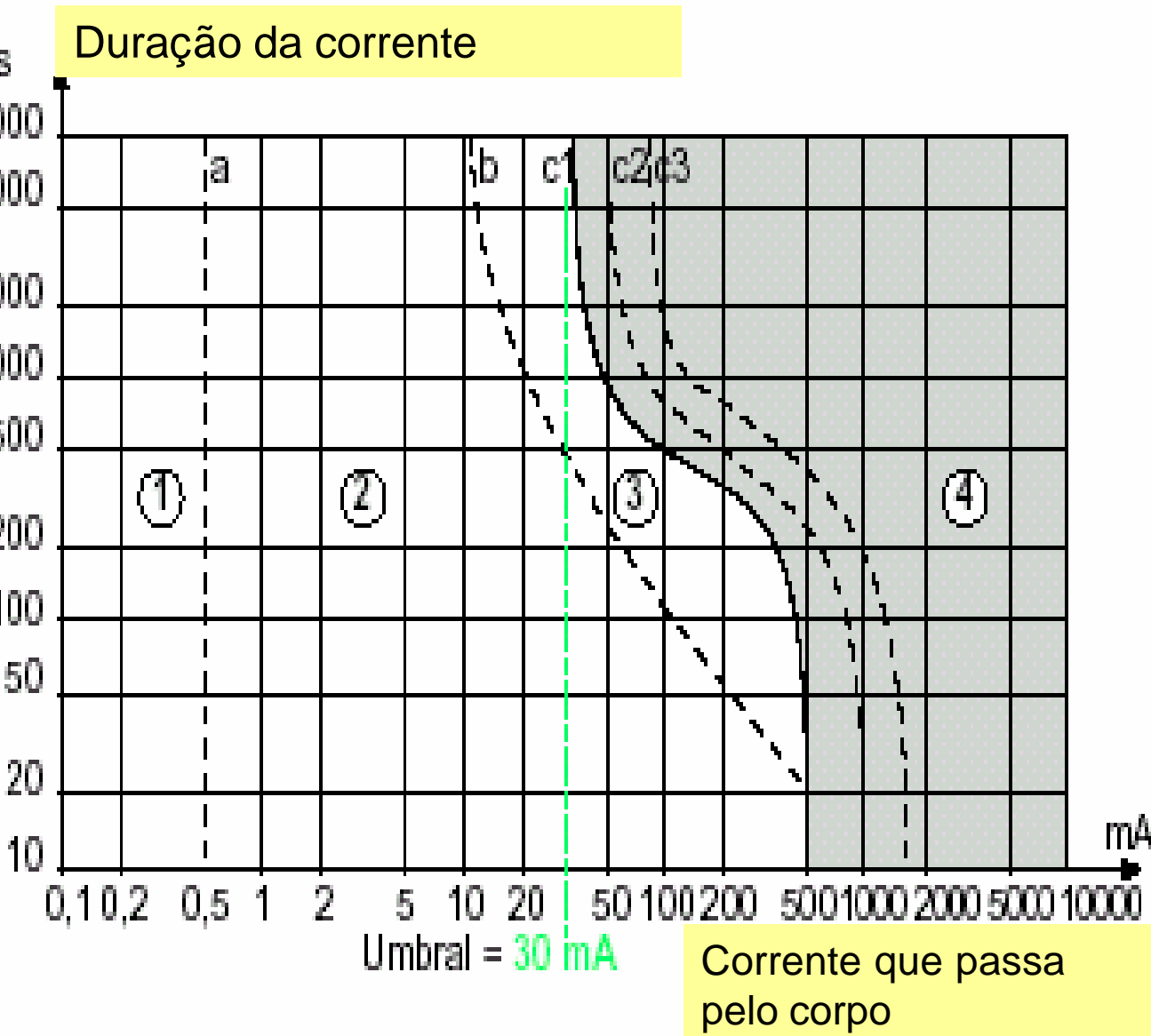
# Gráfico dos Efeitos da Corrente Elétrica

curvas zonas de risco

os da corrente alternada sobre as pessoas



# ( 15 A 100 Hz ) SOBRE PESSOA IEC 479



- ① Nenhum efeito perceptível
  - ② Efeitos fisiológicos geralmente não danosos
  - ③ Efeitos fisiológicos notáveis (parada cardíaca, parada respiratória, contrações musculares geralmente irreversíveis)
  - ④ Elevada probabilidade de efeitos fisiológicos graves e irreversíveis:
    - fibrilação cardíaca,
    - parada respiratória.
- C1:** não há fibrilação cardíaca.
- C2:** 5% de probabilidade de fibrilação
- C3:** 50% de probabilidade de fibrilação.

# Efeito da corrente no ser humano

Tabela 3.3.- Quadro sinótico do efeitos do choque elétrico em pessoas adultas, jovens e sac

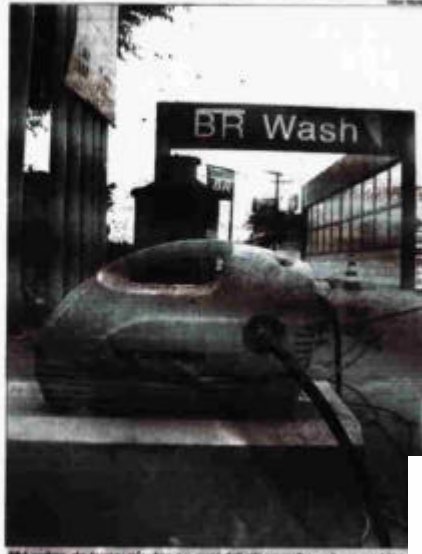
Intensidade de corrente que percorre o corpo humano em 60 Hz	Perturbações possíveis durante o choque	Estado após o choque	Técnica de salvamento.	Resultado final Mais provável.
1 mA Limiar de sensação	Nenhuma - leve percepção superficial	Normal		Normal
1 a 9 mA	Sensação cada vez mais desagradável a medida que a intensidade aumenta contrações musculares	Normal	Desnecessário	Normal
9 a 20 mA	Sensação dolorosa; Contrações violentas; Asfixia(1); anoxia(2); Anoxemia(3); Perturbações circulatórias	Morte aparente	Respiração Artificial	Restabelecimento
20 a 100 mA	Sensação insuportável, contrações violentas. Anoxemia, anoxia, asfixia, Perturbações circulatórias graves, inclusive, fibrilação ventricular.	Morte Aparente	Respiração artificial Massagem cardíaca	Restabelecimento morte. Muitas vezes há tempo de salvar morte ocorre em poucos minutos.
Acima de 100 mA	Asfixia imediata, fibrilação ventricular. Alterações musculares, queimaduras	Morte Aparente ou imediata	Muito Difícil Tratamento hospitalar	Morte
Alguns Ampères	Asfixia imediata, queimaduras graves	Morte Aparente ou imediata	Praticamente impossível	Morte

Asfixia - é a ausência de respiração; (2) - Anoxia - é a ausência de oxigênio no sistema respiratório; (3) - Anoxemia - é a ausência

Adilson Moreira de... mostrou na ma... quando trabalhava... errada Antártico, no... far, em São Bernardo... o com informações do... registrado no 1º DP de... do, por volta das... Adilson estava lavando... quando foi mexer na... e lavar veículos, da... ver, e sofreu um cho...

do posto, Dimas Ro... Oliveira, não soube di... o o que teria aconte... não estava no mo... dimento. Segundo ele, trabalhava no posto... de um mês.

com o delegado Nel... Oliveira, antes da... il afirmar o que real... mentes. "Sempre se... e não poder dizer se... glificou ou não por... quetários do posto",



Máquina de lavar veículos na qual Adilson sofreu choque elétrico

A - 10

## Instalação de chuveiro

A morte da jovem Stella Passos Alves, de 17 anos, por uma descarga elétrica, pode ter sido causada pela instalação irregular do chuveiro em sua residência

de Roberto Costa

Os aparelhos elétricos, adquiridos para o conforto das pessoas em suas casas, costumam ser vendidos em lojas brancas. Os usuários não têm a menor ideia sobre os riscos causados pelos equipamentos quando estes não são instalados de acordo com as normas de segurança. No caso de chuveiros, as precauções são ainda maiores, já que a água também é um condutor elétrico.

Ressalvas feitas como a da residência Stella Passos Alves, de 17 anos, que faleceu após sofrer uma descarga elétrica do chuveiro na última segunda-feira, podem ocorrer por falta de instalação adequada de instalações elétricas, com um relatório técnico da rede.

O Instituto Médico Legal (IML) registra anualmente três casos de morte por descargas elétricas provocadas por aparelhos domésticos.

De acordo com explicações do engenheiro elétrico José Antônio Nobre, da empresa Isatel, o usuário é o responsável por uma má instalação de um aparelho, já que ele não sabe a água não usada reutilizada na rede.

**Atendimento** — Por isso, para evitar acidentes fatais é importante que o aparelho esteja conectado com um fio terra, que absorva eventuais descargas, como em um curto-circuito.

Porém, segundo o engenheiro, todos aparelhos elétricos têm que ser aterrados, principalmente chuveiros, geladeiras, freezers, microondas e máquinas de lavar roupa.

A falta de um fio terra ligando

o aparelho é formada basicamente por 100% de água, um dos elementos condutores de energia. Entretanto, tudo depende da qualidade do sistema de aterramento dos edifícios e instalações. Há influência que se percebe, toda vez que os condutores da rede pública podem ativar o "choque" e o equipamento elétrico, ou seja, o usuário.

Para eliminar falhas, o engenheiro explica que devem ser verificadas as três situações de risco, quando em uma mesma instalação: a de alta tensão e o aterramento; a de baixa tensão e o aterramento; e a de baixa tensão e o aterramento.

**Perigo à vista** — O principal sinal de problemas na instalação de um chuveiro é quando outros moradores da casa começam a apresentar desconfortos elétricos, ou "choques" ("choques"). Os moradores costumam não se preocupar com a rede elétrica em contato direto com a água, enquanto os chuveiros são ligados na mesma rede e o fio terra de aterramento com cobre, tem o mesmo sinal.

O principal problema verificado em apartamentos é o não dimensionamento da fiação de chuveiros mais potentes.

Mais, diante de problemas que geram um aquecimento maior e jato de água mais forte, as pessoas optam por aparelhos como o da marca Carat, que atinge de 3.200 a 3.500 watts.



Nobre alerta para risco de choque elétrico

seu um "choque", pode ser fatal.

Muitos os modelos de placas de chuveiros podem causar, se instalados, um risco de choque elétrico. Ao trocar uma resistência, portanto, não se pode esquecer, geralmente, de desligar a energia e, se possível, de ligar o fio terra.

**Circuito** — A falta de aterramento ou aterramento incorreto em instalações elétricas, quando o usuário não sabe a água não usada reutilizada na rede.

No caso da residência Stella Passos Alves, o chuveiro não se aterrou o aterramento a terra, foram colocados dois fios, um para a água e outro para a água.

Nobre explica que o aparelho de este tipo não deveria ser instalado em um local com umidade, como a casa de Stella Passos Alves.

## Percussionista morre após levar choque

**SALVADOR** — O percussionista do grupo Olodum José Nilton Teixeira de Souza, de 22 anos, conhecido como Zoião, morreu de parada cardíaca na tarde de ontem. Ele passou mal em casa em decorrência, provavelmente, de choque elétrico provocado por um freezer. De acordo com os colegas, ele tomou banho de manhã e encostou-se, ainda molhado, no freezer, recebendo a descarga elétrica. Mais tarde, foi levado para o hospi-

# Operário leva choque em rede de esgoto

O operário Ailton Antônio Moreira, 49 anos, levou um choque ontem ao desentupir uma rede de esgoto na Rua Teixeira de Gouveia, esquina com Rua Conde de Araruama. O fato ocorreu por volta das 15 horas. Ailton foi socorrido pelo 9º Grupamento de Bombeiros Militar (9º GBM) e levado para o Pronto Socorro Municipal, onde foi medicado.

Segundo informações, Ailton

desentupia a rede de esgoto de uma loja situada na rua, quando ao mexer com o cano recebeu o choque. Testemunhas contam que, apesar do socorro ser prestado de forma rápida, Ailton ficou eletrocutado pelo choque durante algum tempo.

O operário foi levado para o Pronto Socorro, onde ficou em observação. Até o fechamento desta edição, Ailton estava fora de perigo.

HA DE S. PAULO

domingo, 16 de janeiro de 2000 brasil

■ são paulo

## Argentino de 7 anos morre em hotel na P

CHRISTIANNE GONZÁLEZ da Agência Folha, em Salvador

O garoto argentino Farid Affid, 7, morreu eletrocutado, antontem à tarde, na piscina do Praia do Forte Eco Resort, um dos mais luxuosos do país.

O acidente ocorreu quando o menino nadava na piscina infantil, acompanhado de recreadores do hotel, localizado na praia do Forte (litoral norte da Bahia).

Segundo funcionários, Affid colocou a mão em um fio desencapado em um refletor localizado a meio metro da borda da piscina.

O menino foi levado ainda com vida à enfermaria, onde morreu após ser atendido por um médico.

a causa do acidente tenha sido um fio desencapado. Ele disse que o hotel vai aguardar a perícia.

O pai do menino, Faizman Affid, 41 anos, Ana Nereu (grávida de 6 meses), e outro filho deixaram o resort e foram para Salvador.

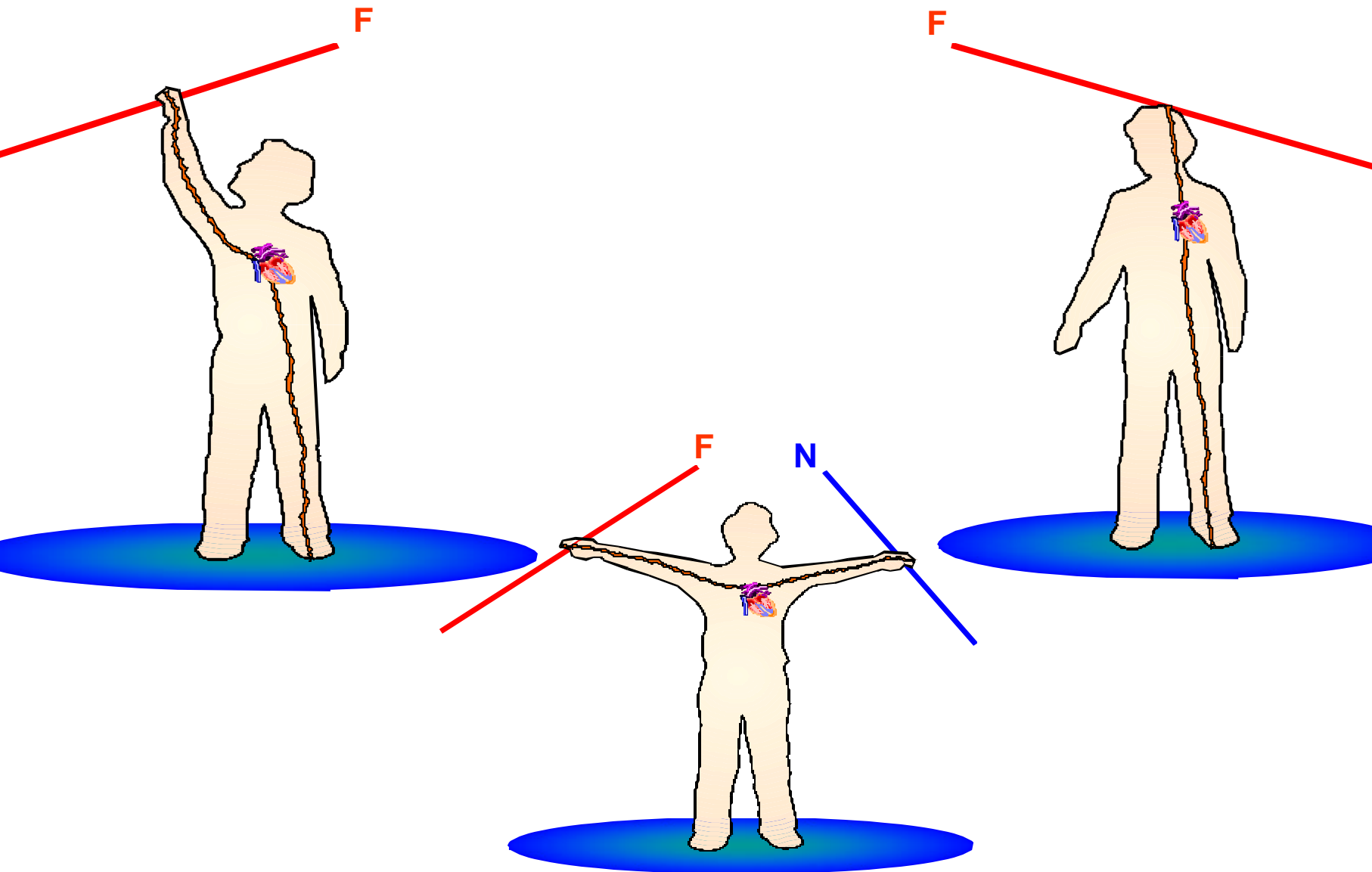
Além desse acidente, o hotel registrou pelo menos mais duas ocorrências envolvendo crianças na semana passada. As duas escoregaram na borda de outra piscina e tiveram que ser atendidas no centro médico.

A Agência Folha apurou que os hóspedes do Praia do Forte Eco Resort têm reclamado das condições inadequadas da área infantil.

Juntamente com o Club Med, em Itaparica, e com o Transamérica

hótes hostis de lazer diária varia de R\$ 400 a R\$ 1.200, com duplo standard (suite master). As reservas são até o próximo mês. O hotel é um dos pontos turísticos e artistas. Os hóspedes mais assíduos do Senado, Antônio Magalhães (PFL-BR).

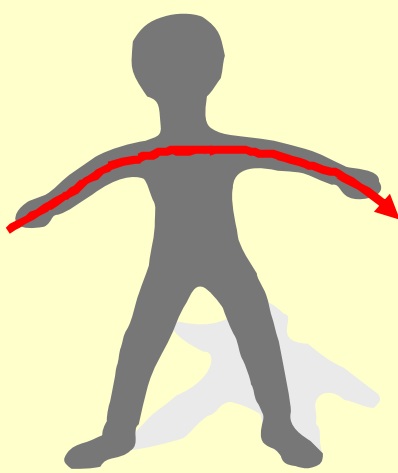




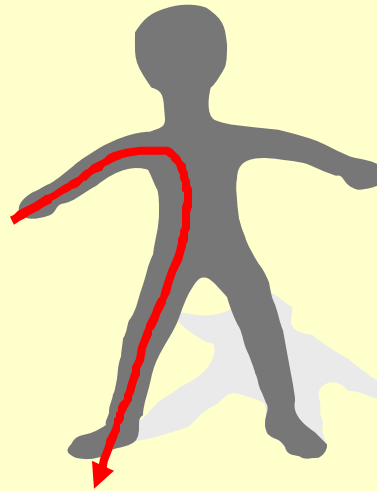
**Os perigos do choque elétrico podem ser mais danosos ainda, desde que a corrente passe a transitar com maior intensidade pelo coração.**



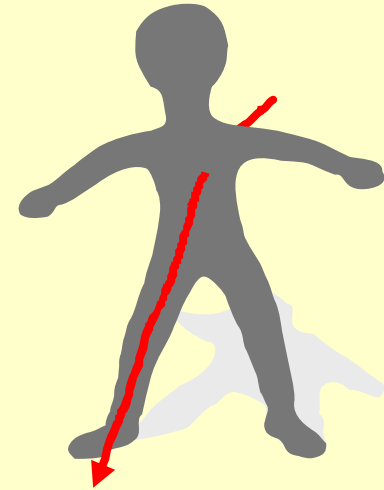
A resistência elétrica depende também da trajetória da corrente elétrica pelo corpo humano:



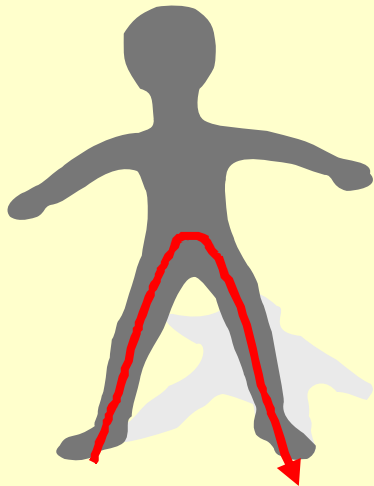
mão/mão



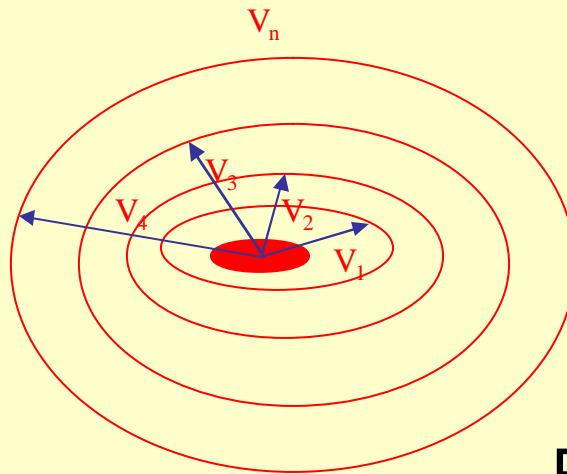
mão/pé



tórax/pé



pé/pé



Ponto Escoando Energia  
Elétrica para terra

# A Corrente Elétrica - o risco!

- a resistência do corpo humano
- a variação da resistência
  - fatores fisiológicos importantes
  - fatores de percurso da corrente - variação com o caminho da corrente no corpo humano.

# IMPEDÂNCIA DO CORPO HUMANO

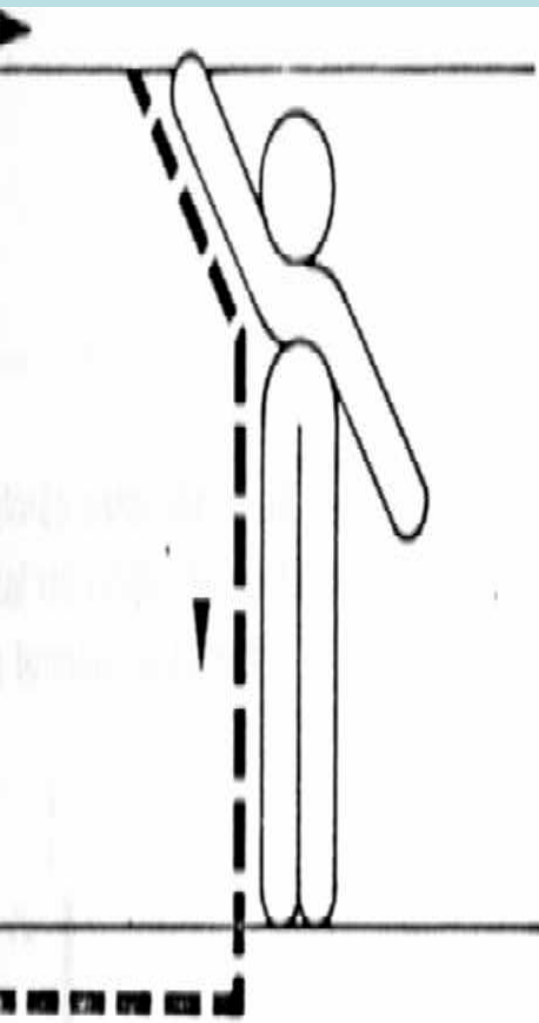
Varia de pessoa para pessoa, na mesma pessoa de acordo com condições fisiológicas e ambientais.

**Valores médios:**

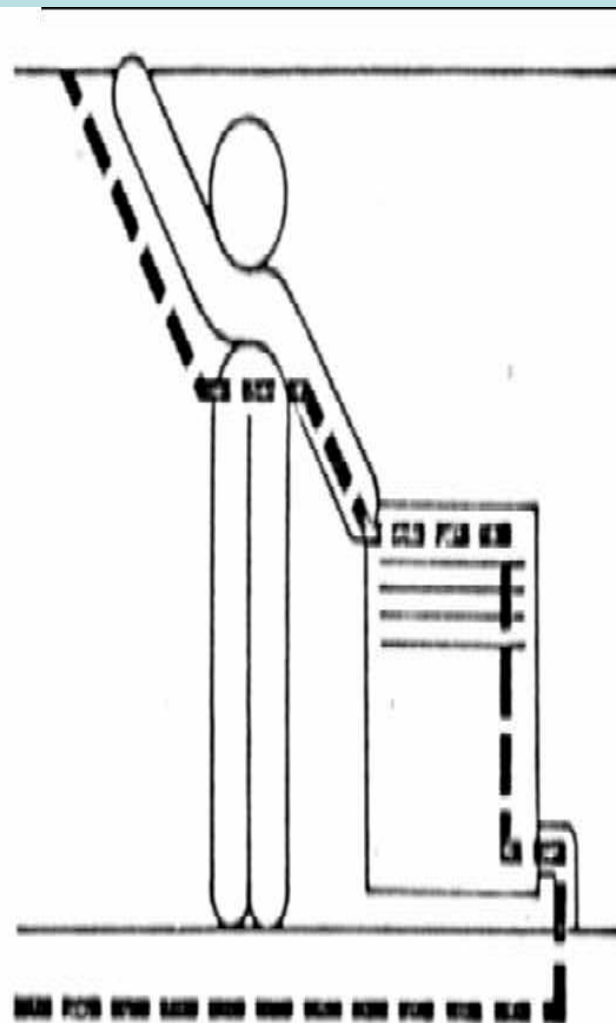
- mão - pé: 1000 a 1500 Ohms**
- mão - mão: 1000 a 1500 Ohms**
- mão - tórax: 450 a 750 Ohms**

<b>Estado da pele</b>	<b>Tipo de contato</b>	<b>Duração do contato</b>
<b>Superfície de contato</b>	<b>Pressão de contato</b>	<b>Taxa de álcool no sangue</b>
<b>Natureza da corrente</b>	<b>Tensão de contato</b>	

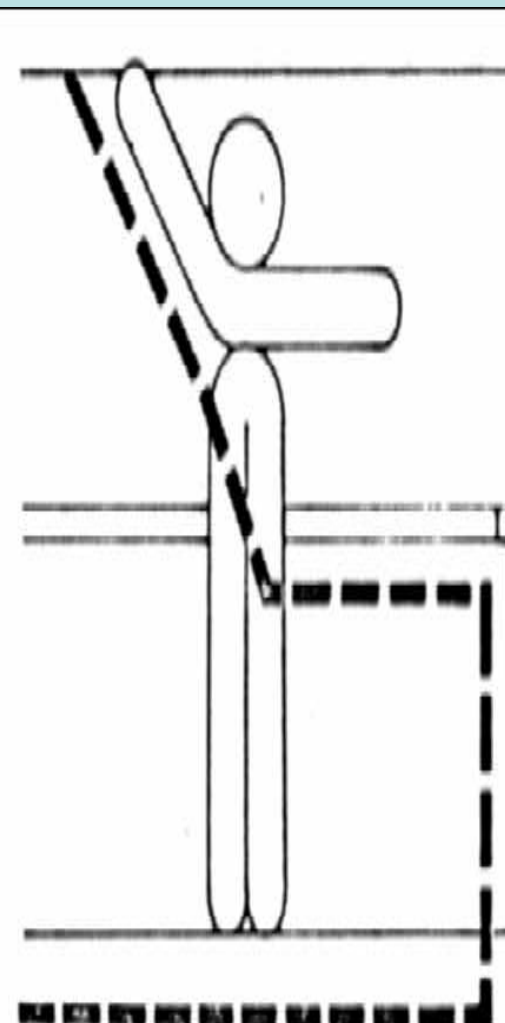
# A resistência do Corpo



o-pé  
resistência média 1000 a 1500  $\Omega$



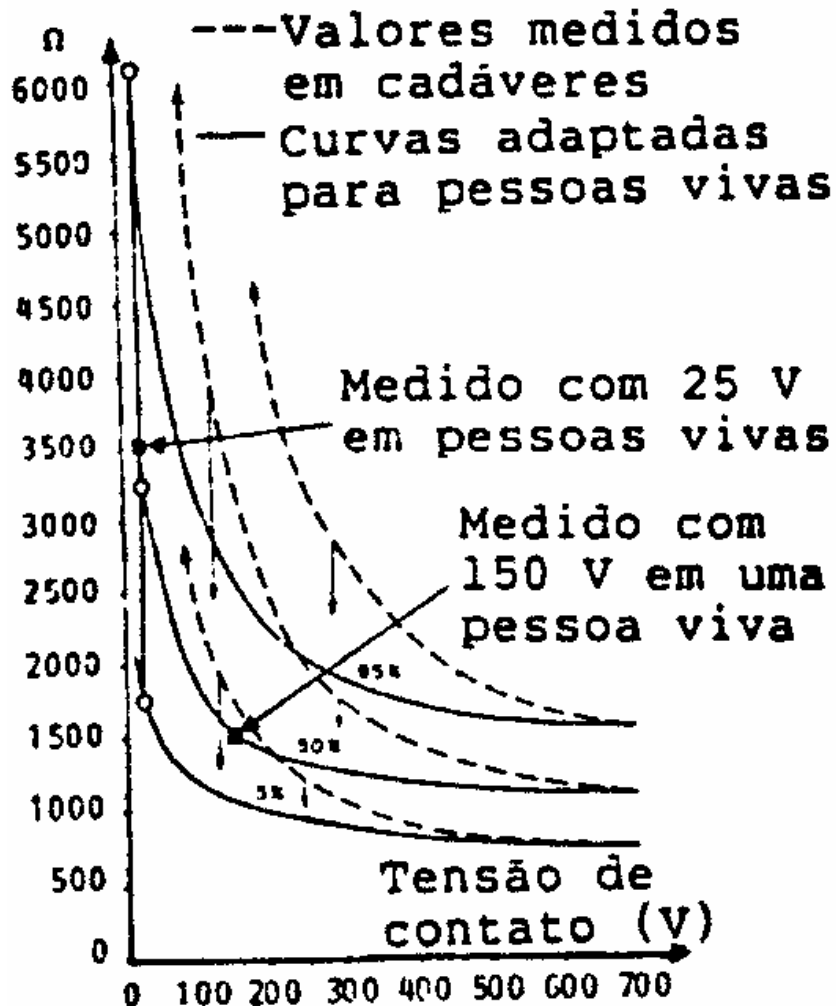
mão-mão  
resistência média 1000 a 1500  $\Omega$



mão-tórax  
resistência média 450 a 700  $\Omega$



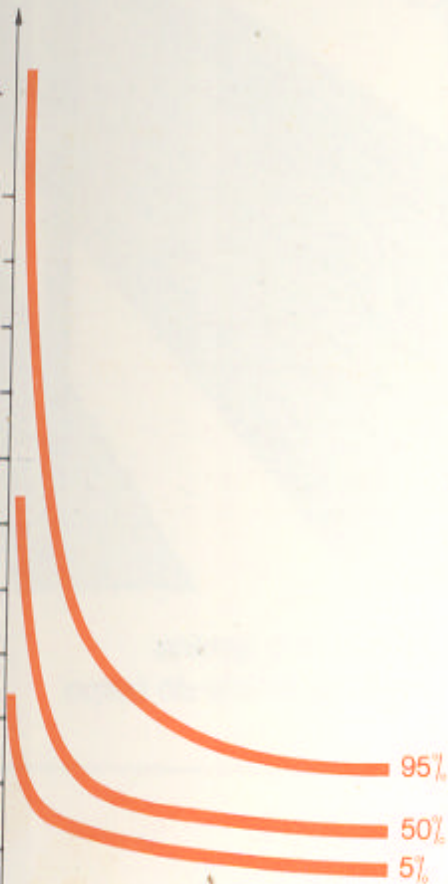
# Resistência do corpo humano



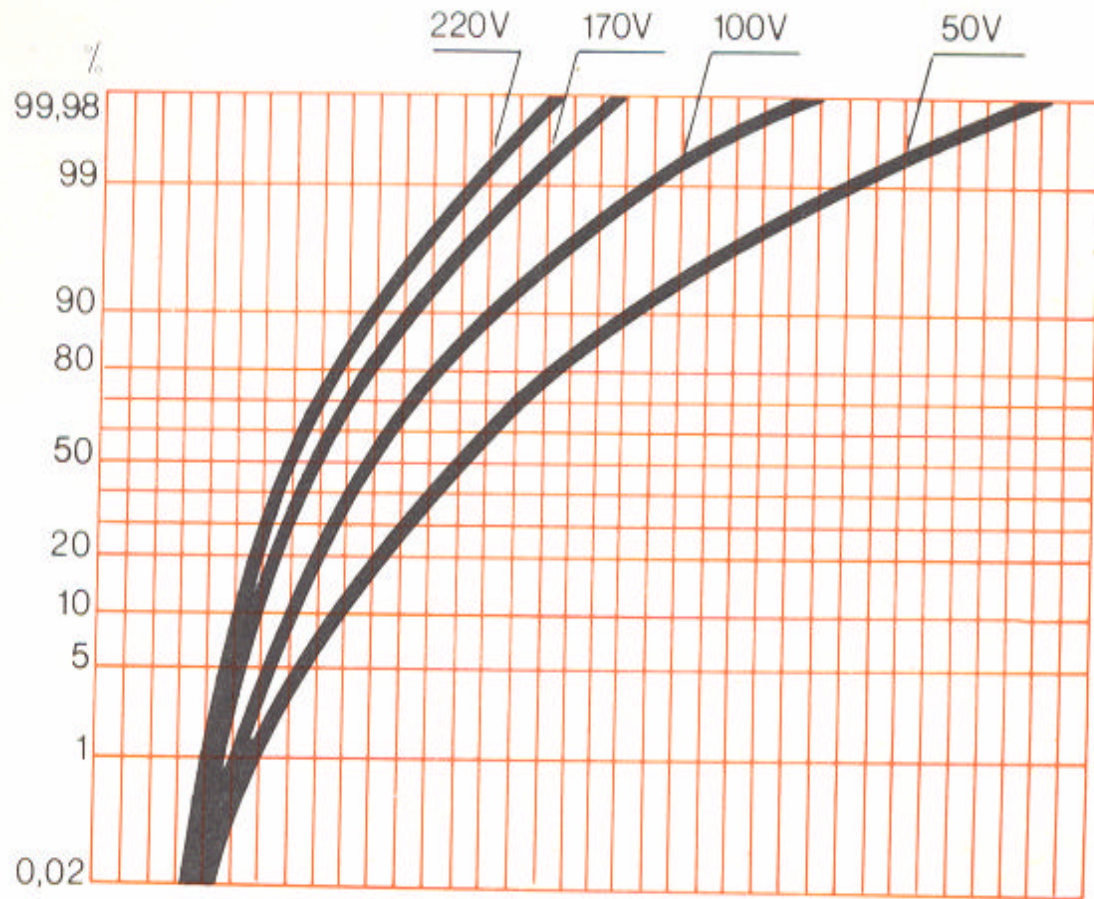
Valores de resistência  
do corpo humano

# Comportamento da resistência do corpo humano em função da tensão

res estatísticos da impedância do corpo humano em função tensão de contato



Frequência acumulada da resistência do corpo de pessoas adultas com diferentes tensões (percurso da corrente mão esquerda-pés)



# Tensão de Contato

Tabela

Impedância total do corpo humano ( $z_t$ ) em função da tensão de contato.

TENSÃO DE CONTATO (V)	VALORES DA IMPEDÂNCIA TOTAL ( $\Omega$ ) DO CORPO HUMANO QUE NÃO SÃO ULTRAPASSADOS POR		
	5%	50%	95%
	DA POPULAÇÃO		
25	1.750	3.250	6.100
50	1.450	2.625	4.375
75	1.250	2.200	3.500
100	1.200	1.875	3.200
125	1.125	1.625	2.875
220	1.000	1.350	2.125
700	750	1.100	1.550
1.000	700	1.050	1.500
Valor assintótico	650	750	850

# Proteção contra choques elétricos (NBR 5410/2004)

Tabela 19 – NBR5410/2004

**Resistência Elétrica do Corpo Humano conforme as  
Condições de Umidade da Pele e**

**Respectivas Correntes de Choque para Alguns Valores de Tensão de Contato**

Tensão de Contato [V]	Condições de Umidade da Pele							
	BB1		BB2		BB3		BB4	
	R [ $\Omega$ ]	I [mA]	R [ $\Omega$ ]	I [mA]	R [ $\Omega$ ]	I [mA]	R [ $\Omega$ ]	I [mA]
10	6500	1,6	3200	3	1200	8	500	20
25	5000	5	2500	10	1000	25	400	50
50	4000	12,5	2000	25	875	57	300	165
100	2200	45	1500	70	730	140	260	370
250	1000	230	1000	230	650	500	200	1000

## Definição dos Códigos BB1 a BB4

**1:** resistência elétrica do corpo elevada; característica de condições secas; típica de circunstâncias nas quais a pele é seca, sem nenhuma umidade, inclusive suor.

**2:** resistência elétrica do corpo normal; característica de condições úmidas; típica de passagem da corrente elétrica de uma mão à outra ou de uma mão a um pé, com a pele úmida (suor) e a superfície de contato sendo significativa (por exemplo, um elemento está seguro dentro da mão).

**3:** resistência elétrica do corpo fraca; característica de condições molhadas, típica de passagem da corrente elétrica entre as duas mãos e os dois pés, estando as pessoas com os pés molhados ao ponto de se poder desprezar a resistência da pele e dos pés.

**4:** resistência elétrica do corpo muito fraca, característica de condições imersas, típica de pessoas imersas n'água, por exemplo, em uma piscina.



# Resistência de contato

Resistência de um pé calçado

Superfície	Superfície seca		Superfície úmida	
	Faixa em KOhms	Média em KOhms	Faixa em KOhms	Média em Kohms
Asfalto	1300 a 1500	1364	25 a 85	60,00
Paralelepípedos asfalto*	700 a 750	720	2,0 a 8,0	3,84
Terra Natural	50 a 900	160	0,25 a 10,0	0,30
Areia(camada de 1cm)	35 a 110	72,1	0,5 a 1,3	0,93
Saibro(camada de 5cm)	15 a 35	22,8	0,8 a 1,4	0,93
Brita(camada de 5cm)	800 a 1000	936	10 a 25	15,50
Concreto com areia	400 a 700	553	0,7 a 1,6	1,08
Paralelepípedos com areia	750 a 1000	858	10 a 40	19,30
Concreto com asfalto	300 a 1100	677	10 a 60	25,40
Paralelepípedos asfalto**	400 a 1500	698	80 a 250	151

Observações:

$\rho_1 = 1640 \text{ Ohms.m}$ ;  $\rho_2 = 77 \text{ Ohms.m}$ ;  $h = 1,8 \text{ m}$

\* - Paralelepípedos concretados sobre asfalto; \*\* - Paralelepípedos com asfalto.

# **Prolapso**

Prolapso é o deslocamento, com mudança definitiva de órgão ou músculos, devido a passagem da corrente elétrica do choque.

O corpo sofre uma convulsão. Os músculos se contraem, o sangue se dilata, há uma pane nos sistemas neuro-transmissores. Em consequência, pode se produzido o prolapso de qualquer órgão.

## **Eletrólise no Sangue**

No caso específico do corpo humano, que é constituído de 70% de matéria líquida, possui vários tipos de sais minerais, o choque em corrente contínua provoca a eletrólise no sangue e no plasma líquido de todo o corpo. Este efeito pode ocasionar:

Mudança da concentração de sais minerais, produzindo desequilíbrio, gerando mal funcionamento de outros elementos;

Aglutinação de sais, produzindo bolinhas que provocam coágulos no sangue.

Estes coágulos aumentam ou se aglutinam com outros, aumentando o tamanho, provocando trombose nas artérias, veias, vasos, etc..com a consequente morte da pessoa.

## **Choque na coordenação motora**

Choque pode prejudicar a coordenação motora da pessoa, principalmente por:

Atrofia muscular;

Danos neurológicos;

Choque elétrico, superposto ao sinal transmissor natural do corpo, provoca uma pane geral, advindo daí toda a sorte de riscos e seqüelas. Seqüelas diversas, com possível perda de sensibilidade e coordenação motora.

## **Danos no Cérebro**

Muitos acidentes ocorrem com choque na parte superior da cabeça e a corrente passando através do cérebro, pode produzir efeitos diversos, com seqüelas graves, inclusive a morte.

### **Os efeitos são:**

Inibição do cérebro;

Dessincronização nos seus comandos;

Edema; Isquemia;

Aquecimento; Dilatação

## **No caso da isquemia as seqüelas podem ser:**

- Perda da memória;
- Perda do raciocínio;
- Perda da fala;
- Comprometimento nos movimentos;
- Perda da visão;

O choque na cabeça ou pescoço, inevitavelmente atingirá o bulbo, produzindo conseqüências no centro cárdio-respiratório.

## **Danos na Visão**

Os danos, decorrentes do choque, causados no olho humano podem ser diretos ou indiretos. E pode prejudicar a visão.

## **Danos Renais**

A corrente elétrica, ao passar pelos rins pode comprometer o funcionamento deste órgão, geralmente produzindo os seguintes efeitos:

- Insuficiência renal;
- Enuresia (incontinência urinária)

Os problemas renais geralmente aparecem depois de um certo tempo, ficando difícil fazer a correlação do efeito com choque elétrico.



## *Aspectos Físicos do Campo Magnético e Campo Elétrico*

---

- O Campo é uma área do espaço onde existem forças (ex. campo gravitacional);
  - Campo elétrico representa a força de uma carga elétrica exercida sobre outra carga elétrica;
  - Campo magnético representa a força que uma carga elétrica em movimento exerce sobre outra carga elétrica;
  - As instalações elétricas, igual a tudo que funciona com energia elétrica, gera campos magnéticos e elétricos.
-

## *Campo Elétrico*

É proporcional ao número de cargas elétricas;

Um equipamento conectado a rede elétrica gera um campo elétrico, devido a presença de cargas;

Diminui rapidamente ao aumentar a distância da fonte de geração;

É fortemente atenuado pela maioria dos materiais como, parede, telhado, árvores, pele humana, etc;

## *Campo Magnético*

- É proporcional a intensidade da corrente elétrica;

- Um equipamento conectado na rede elétrica gera campo magnético quando está em funcionamento, devido ao movimento da corrente elétrica;

- Diminui rapidamente ao aumentar a distância da fonte de geração;

- Não é fortemente atenuado por nenhum material;



# *Interações do Campo Magnético e Campo Elétrico com o Corpo Humano*

---

## *Mecanismo básico:*

- Indução de campos internos: correntes elétricas e oscilações dipolo;

## *Efeito Físico:*

- Baixa Frequência: Correntes induzidas dentro do corpo;
- Alta Frequência: Absorção de energia eletromagnética;

## *Efeito Biológico:*

- Baixa Frequência: Estimulação da excitação dos tecidos;
  - Alta Frequência: Aquecimento dos tecidos;
-





## *Efeitos de Curto e Longo Prazo*

---

### *Efeitos de curto prazo:*

- São bem estabelecidos e compreendidos;
- Acontece sobre limiares identificados;
- Pode ser prevenindo fixando valores limites de exposição.

### *Efeitos de Longo Prazo:*

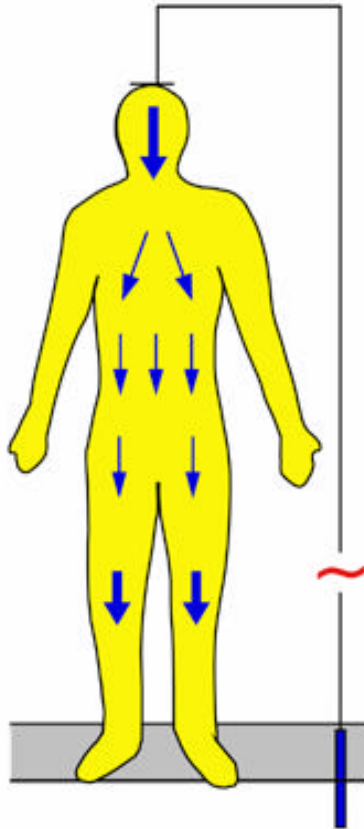
É uma hipótese que a exposição de campos magnéticos no limiar pode causar patologias a longo prazo, em particular o câncer;



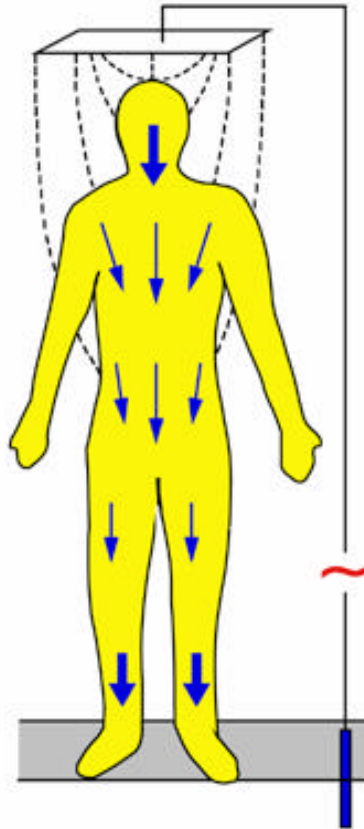
## *Penetração no Corpo Humano*

### THE PHYSICAL MECHANISM: INDUCTION OF ELECTRIC CURRENTS

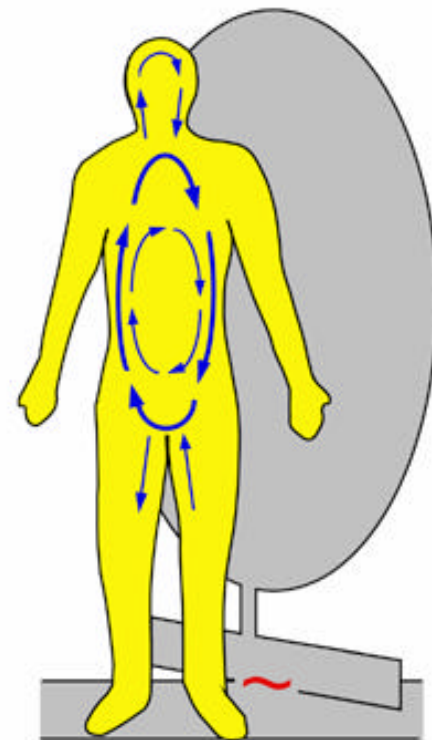
Electric Voltage



Electric Field



Magnetic Field



THE HEALTH CRITERION:



## *Densidade de Corrente Induzida no Corpo Humano*

---

- Os campos magnéticos e elétricos induzem correntes elétricas nos organismos expostos;
  - A densidade de corrente endógena normalmente é  $10 \text{ mA/m}^2$ , embora algumas funções é muito superior;
  - A corrente elétrica induzida tem alguns efeitos biológicos agudos (curto prazo) bem conhecidos;
    - $< 10 \text{ mA/m}^2$ : Efeitos biológicos menores, sem importância;
    - $10\text{-}100 \text{ mA/m}^2$ : Efeitos visuais e contrações leves
    - $100\text{-}1.000 \text{ mA/m}^2$ : Excitação de nervos e músculos (contrações, arritmias)
    - $> 1.000 \text{ mA/m}^2$ : possível disfunções cardíacas e fibrilação ventricular.
-



*ICNIRP - "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)" Health Physics 74:494-522, 1998*

---

- Baseados nos efeitos conhecidos e comprovados de curto prazo;
  - Estabelece como "Restrição Básica" que não deve-se superar uma densidade de corrente induzida nos tecidos do sistema nervoso central na cabeça e no tronco de:
    - 10 mA/m<sup>2</sup> para trabalhadores
    - 2 mA/m<sup>2</sup> para o público em geral
  - Calcula os "Valores de Referência" de campo elétrico e densidade de campo magnético externo para assegurar esta restrição:
    - $E = 250/f$  e  $B = 5/f$  para o público em geral
    - $E = 1250/f$  e  $B = 25/f$  para os trabalhadores
  - Não têm cálculo de tempo de exposição.
-



As norma de exposição são mais restritivas para o  
**público em geral** do que para os **trabalhadores**.

---

## *Trabalhadores*

São adultos saudáveis;  
Estão em exposição  
controlada;  
Dispõem de informação,  
conhecedor dos possíveis riscos  
das medidas de precaução;  
Sua jornada limita-se a  
jornada de trabalho.

## *Público em Geral*

- Incluem indivíduos de todas as  
idades e condição física, grupos  
especialmente sensíveis;
- Sua exposição não é  
controlada;
- Não dispõem de informações  
não conhece os possíveis riscos  
das medidas de precaução;
- Podem estar expostos as 24  
horas do dia, durante toda sua  
vida.



## *Limites de Exposição pelas Normas*

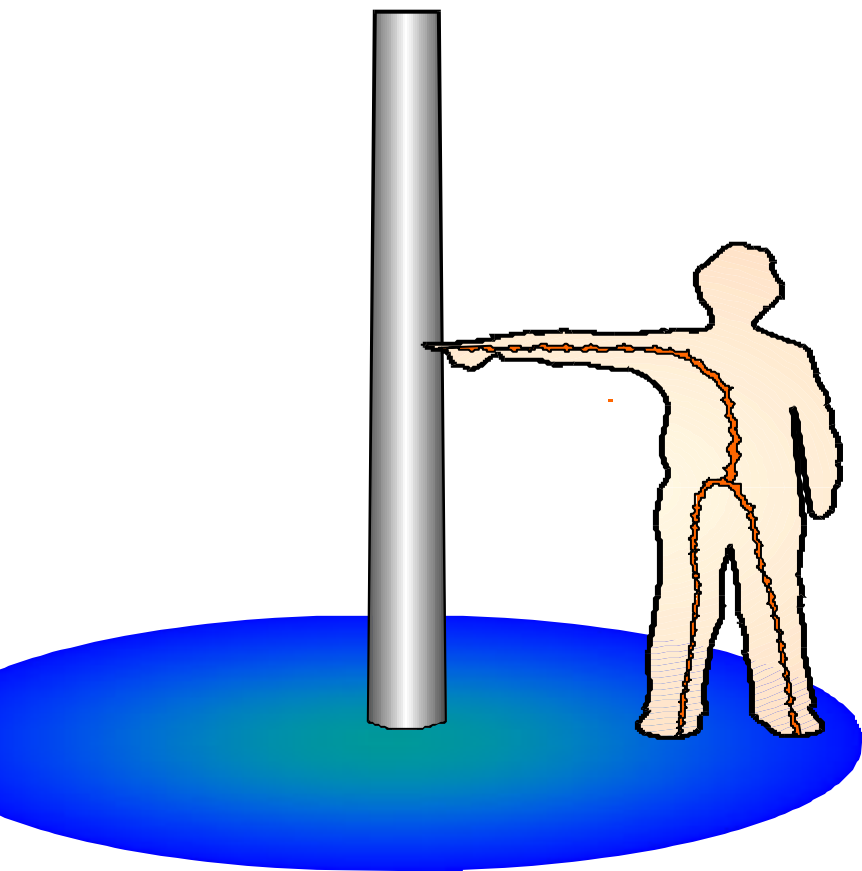
Valores definidos pela ICNIRP e recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e adotado para as instalações para o **Público em Geral**.

CAMPO	50 Hz	60 Hz
ELÉTRICO (kV/m)	5,00	4,17
MAGNÉTICO ( $\mu$ T)	100	83,3

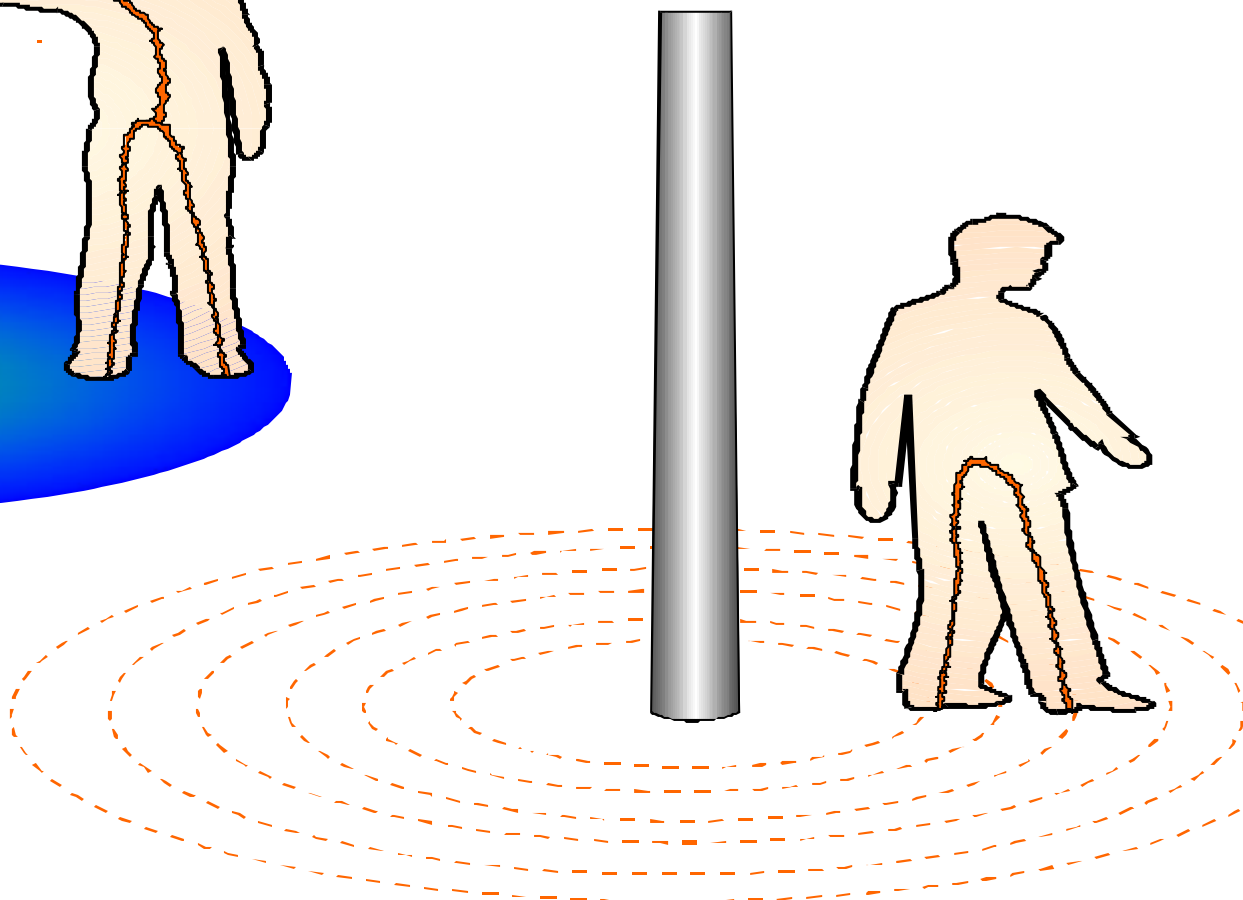
Para o **Público Ocupacional**, são aplicadas.

CAMPO ELÉTRICO      25 KV/m

CAMPO MAGNÉTICO    1.000  $\mu$ T



**TENSÃO DE TOQUE**



**TENSÃO DE PASSO**

# SEGURANÇA EM PROJETOS

10.3.1 É obrigatório que os projetos de instalações elétricas especifiquem dispositivos de desligamento de circuitos que possuam recursos para impedimento de reenergização, para sinalização de advertência com indicação condição operativa.

10.3.2 O projeto elétrico, na medida do possível, deve prever a instalação de dispositivo de seccionamento de ação simultânea, que permita a aplicação de impedimento de reenergização do circuito.

10.3.3 O projeto de instalações elétricas deve considerar o espaço seguro, quanto ao dimensionamento e a localização de seus componentes e as influências externas, quando da operação e da realização de serviços de construção e manutenção.

10.3.3.1 Os circuitos elétricos com finalidades diferentes, tais como: comunicação, sinalização, controle e tração elétrica devem ser identificados e instalados separadamente, salvo quando o desenvolvimento tecnológico permitir compartilhamento, respeitadas as definições de projetos.

10.3.4 O projeto deve definir a configuração do esquema de aterramento, a obrigatoriedade ou não da interligação entre o condutor neutro e o de proteção a conexão à terra das partes condutoras não destinadas à condução da eletricidade.

10.3.5 Sempre que for tecnicamente viável e necessário, devem ser projetados dispositivos de seccionamento que incorporem recursos fixos de



# 0.3. - SEGURANÇA EM PROJETOS

10.3.6 Todo projeto deve prever condições para a adoção de aterramento temporário. **.(Vigora a partir de 8 de junho de 2005)**

10.3.7 O projeto das instalações elétricas deve ficar à disposição dos trabalhadores autorizados, das autoridades competentes e de outras pessoas autorizadas pela empresa e deve ser mantido atualizado.

10.3.8 O projeto elétrico deve atender ao que dispõem as Normas Regulamentadoras de Saúde e Segurança no Trabalho, as regulamentações técnicas oficiais estabelecidas, e ser assinado por profissional legalmente habilitado.

10.3.9 O memorial descritivo do projeto deve conter, no mínimo, os seguintes itens de segurança:

**.(Vigora a partir de 8 de dezembro de 2005)**

a) especificação das características relativas à proteção contra choques elétricos, queimaduras e outros riscos adicionais;

b) indicação de posição dos dispositivos de manobra dos circuitos elétricos: (Verde – “D”, desligado e Vermelho - “L”, ligado);

c) descrição do sistema de identificação de circuitos elétricos e equipamentos, incluindo dispositivos de manobra, de controle, de proteção, de intertravamento, dos condutores e os próprios equipamentos e estruturas, definindo como tais indicações devem ser aplicadas fisicamente nos componentes das instalações;

d) recomendações de restrições e advertências quanto ao acesso de pessoas aos componentes das instalações;

e) precauções aplicáveis em face das influências externas;

f) o princípio funcional dos dispositivos de proteção, constantes do projeto, destinados à segurança das pessoas; e

g) descrição da compatibilidade dos dispositivos de proteção com a instalação elétrica.

10.3.10 Os projetos devem assegurar que as instalações proporcionem aos trabalhadores