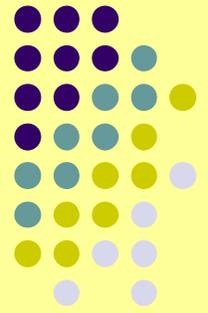


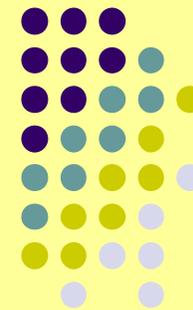
# CAT124 – Eletrotécnica Geral

## Segurança em eletricidade



Prof. Danny A. V. Tonidandel

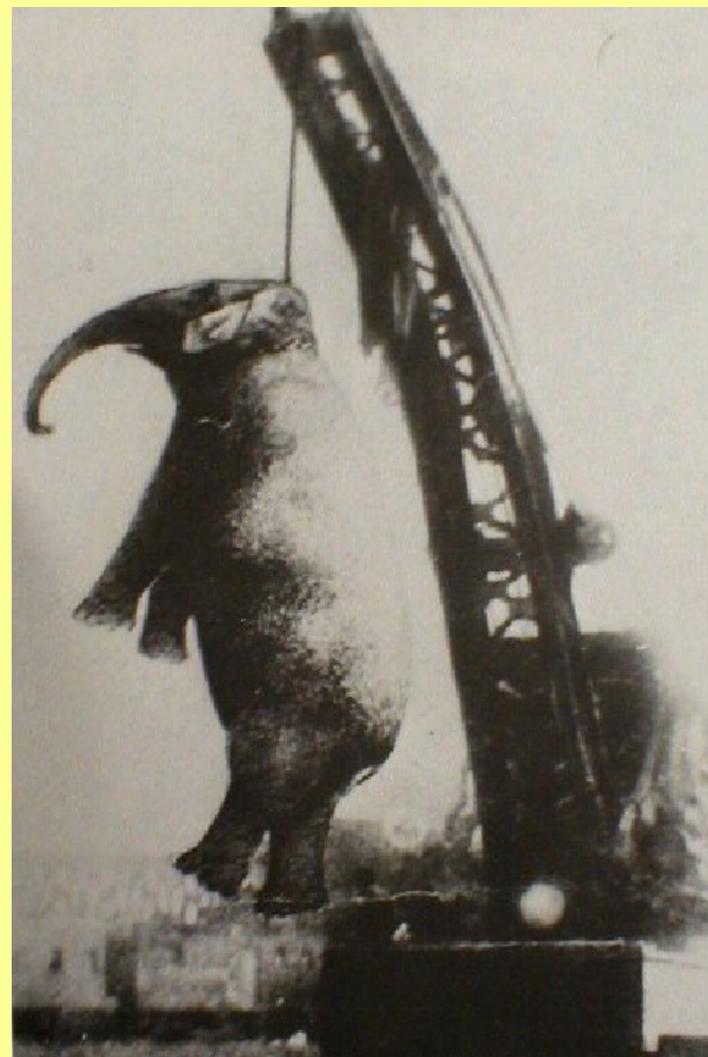




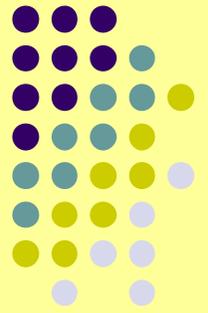
# Noções de segurança

- 4 de Janeiro de 1903:

**Para tentar mostrar os perigos da Corrente Alternada, Thomas Edison eletrocuta a elefante “Topsy”.**

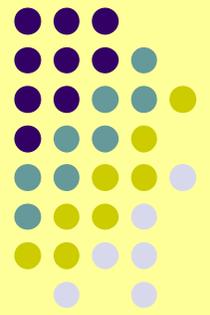


# Noções de segurança

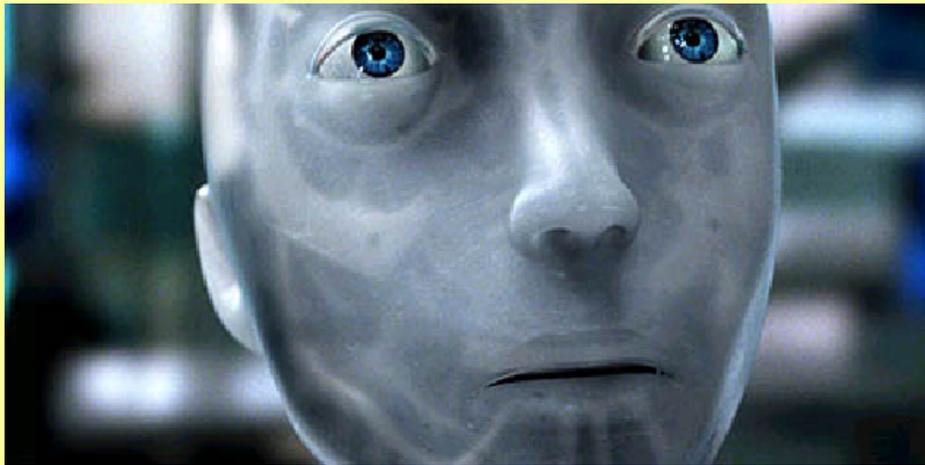


**QUANDO UMA TECNOLOGIA SE TORNA ONIPRESENTE, ELA “DESAPARECE”, ISTO É, TORNA-SE “INVISÍVEL”.**

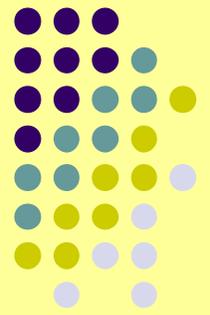
# Noções de segurança



**Nós enxergamos a  
eletricidade?**

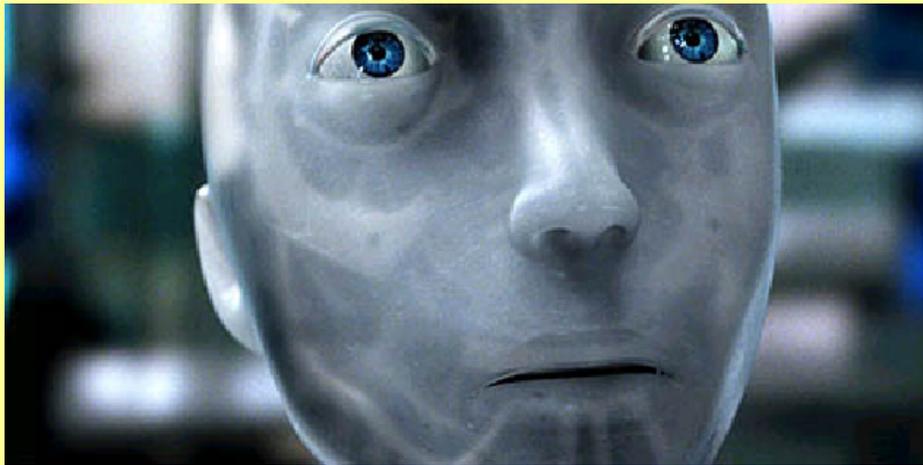


# Noções de segurança

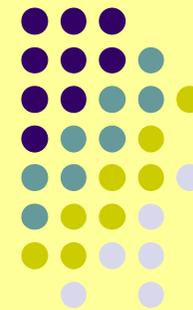


**Nós enxergamos a  
eletricidade?**

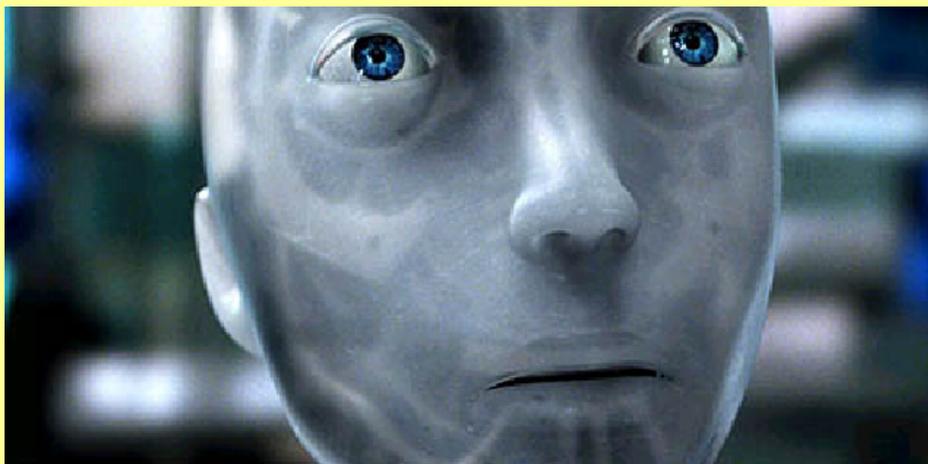
**É um fenômeno que  
escapa aos nossos  
sentidos. Apenas  
enxergamos suas  
manifestações  
externas.**



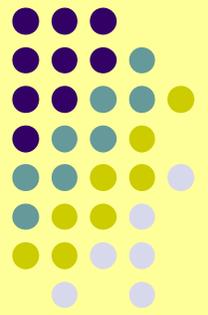
# Noções de segurança



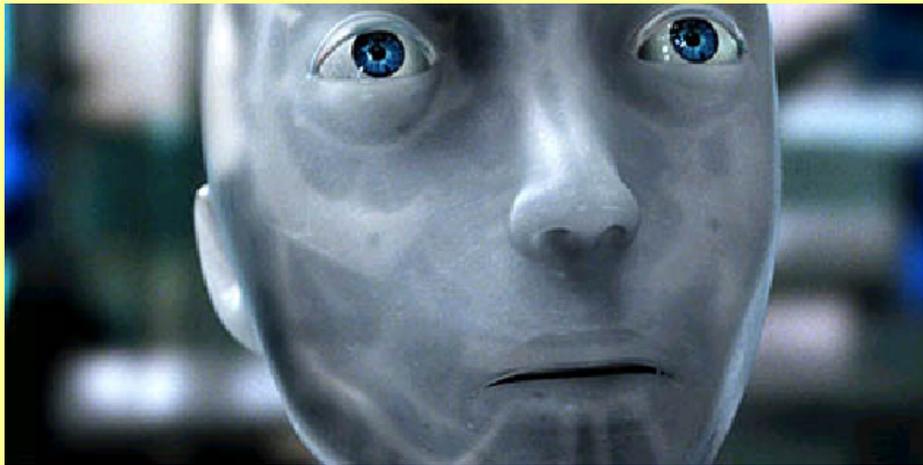
**Qual a consequência  
dessa  
“invisibilidade”?**



# Noções de segurança

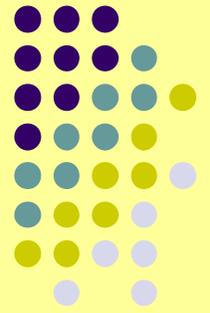


**Qual a consequência  
dessa  
“invisibilidade”?**



**Exposição a  
situações de risco  
ignoradas ou  
subestimadas.**

# Um pouco da história...

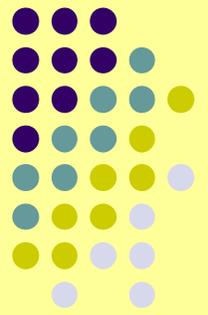


**1790:** Luigi Galvani  
(médico italiano);



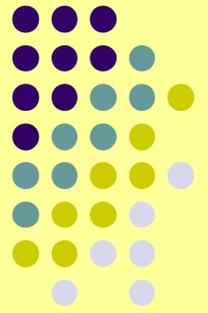
Luigi Galvani. Fonte: IEEE History Center.

# Um pouco da história...



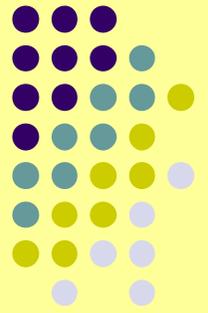
*“Eu havia dissecado um sapo, deitando-o sobre uma mesa onde encontrava-se também uma máquina elétrica, distante do sapo. Quando um dos meus assistentes acidentalmente encostou a ponta do bisturi num nervo exposto da perna do sapo, seus músculos contraíram-se.”* [disse Galvani em um artigo de 1790 relatando o experimento.]

# Uma primeira conclusão



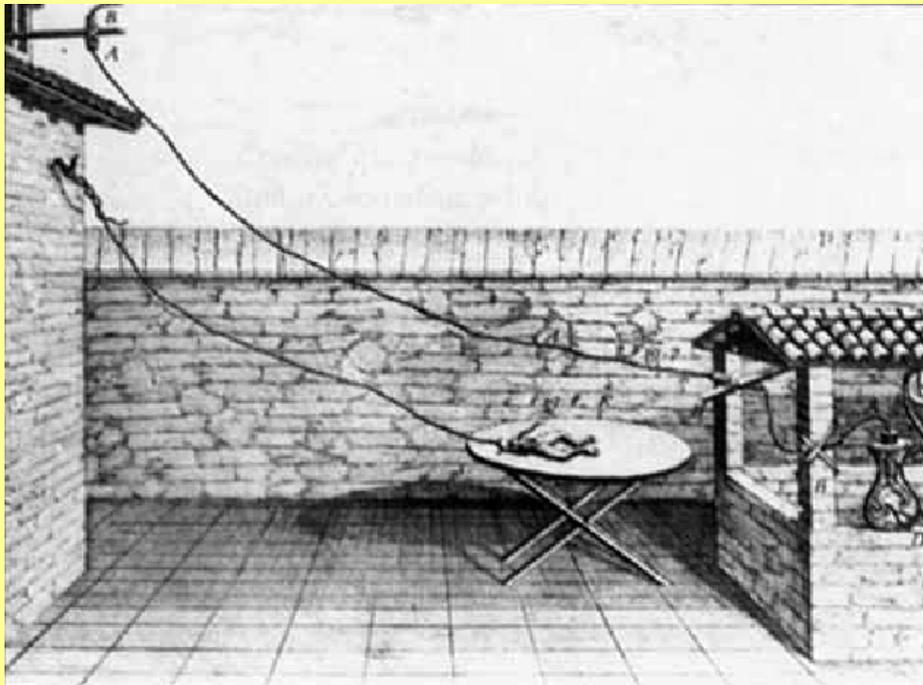
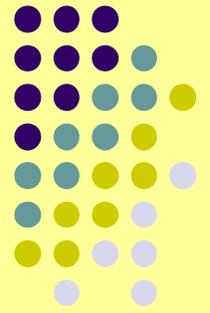
**Conclusão: O CORPO É UMA  
MÁQUINA ELÉTRICA!**

# Em nosso caso...



**Aos efeitos de uma corrente elétrica  
em um organismo, dá-se o nome de  
**choque elétrico.****

# Choque elétrico



Experimento de Galvani. Fonte: IEEE History Center.

**Pode ser provocado por:**

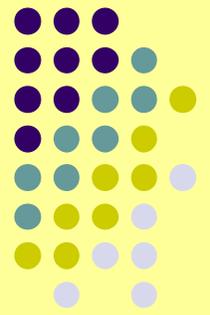
**contato direto:**

proveniente de um contato com uma parte viva da instalação.

**Contato indireto:**

proveniente de um contato com a massa.

# Choque elétrico

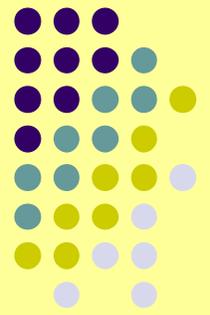


**Parte viva:** tudo que está em contato elétrico com a instalação, fazendo parte do circuito;

**Massa:** envoltórios metálicos, carcaças de motores, quadros de distribuição.



# Choque elétrico



Quais as fontes do choque?

**Choque estático:** proveniente de fontes de eletricidade “estática”, como máquinas de tecelagem, capacitores, carro\*, etc;

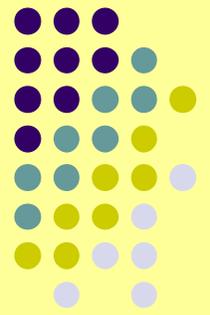
- Como evitar: aterramento

**Choque dinâmico:** proveniente de fontes dinâmicas, como geradores, baterias etc

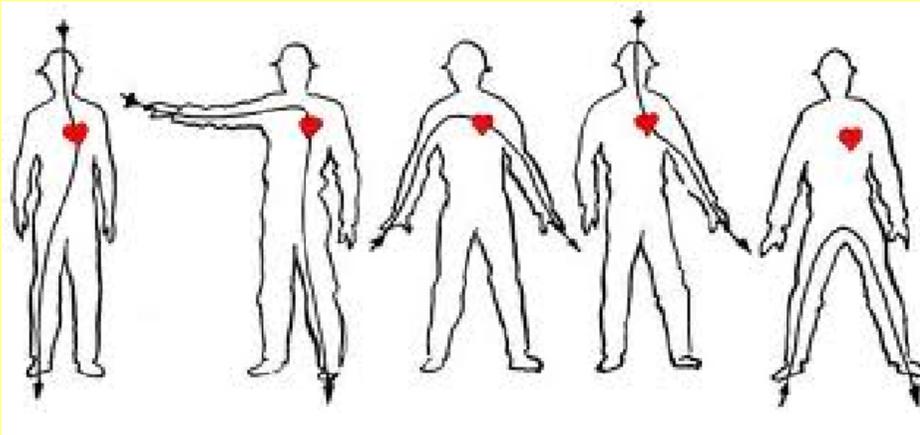
- Como evitar: isolamento, proteção (NBR5410)

**Choque atmosférico.**

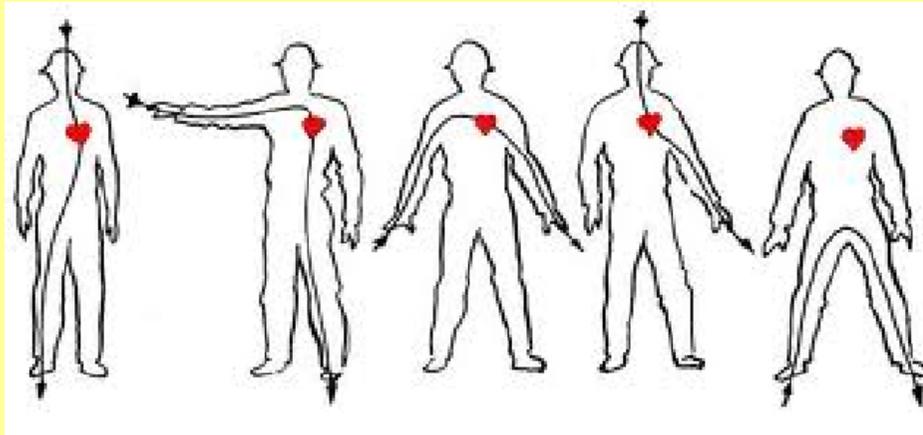
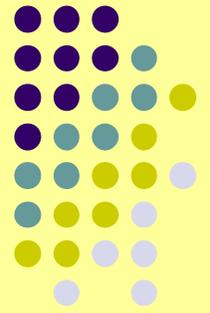
# Choque elétrico



**Vários podem ser os efeitos do choque em função do trajeto da corrente.**



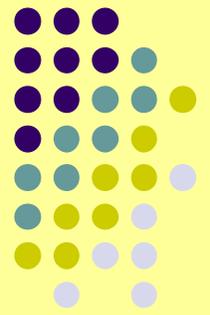
# Choque elétrico



**Parada cardíaca e respiratória:**  
**acidentes com baixa tensão**

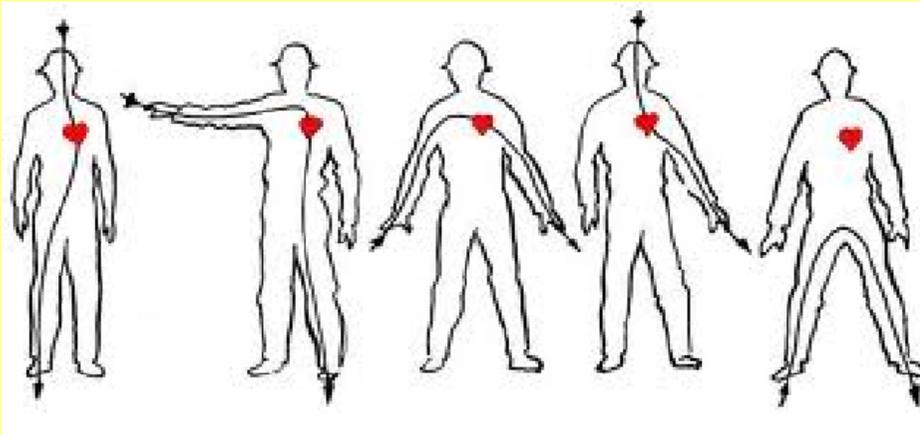
**Queimaduras , cegueira: alta tensão ou arco elétrico**

# Choque elétrico

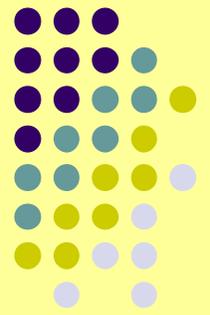


**Inibição dos centros nervosos;**

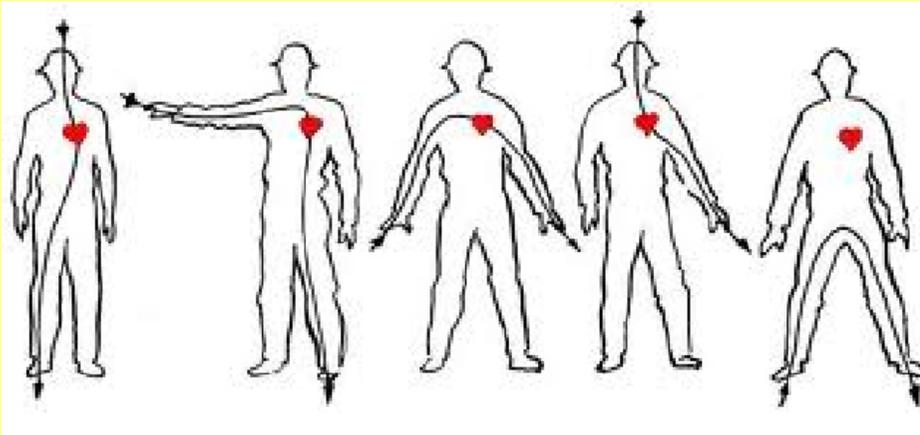
**alterações no sangue: ionização, aquecimento**



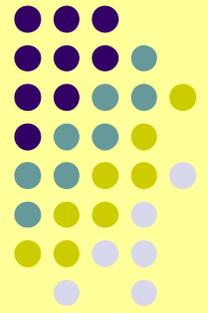
# Choque elétrico



Por exemplo, no **comando cardiovascular:** tensões entre 1 e 1,6V e frequências entre 1,1 e 1,3Hz.



# Choque elétrico



Definição da ABNT através das NBR – 5410:

## Baixa tensão

entre 50 V e 100 V - corrente alternada

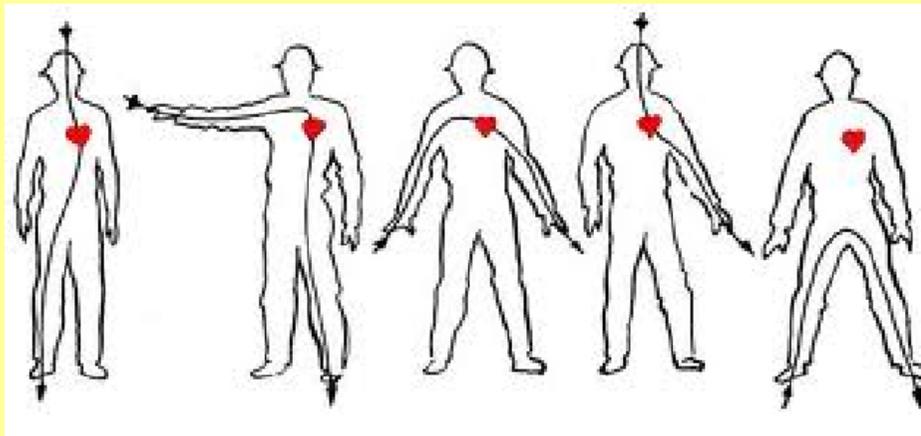
Entre 120 V e 1000 V – corrente contínua

< 1500 V (CC), entre fases ou entre fase e terra.

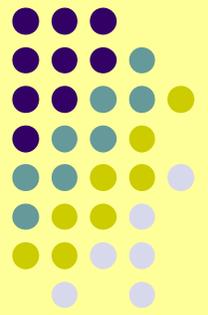
## Alta tensão

> 1000 volts em corrente alternada

> 1500 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra.



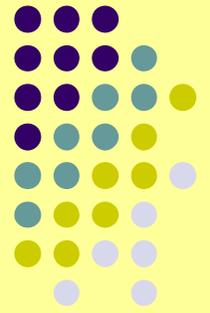
# Choque elétrico



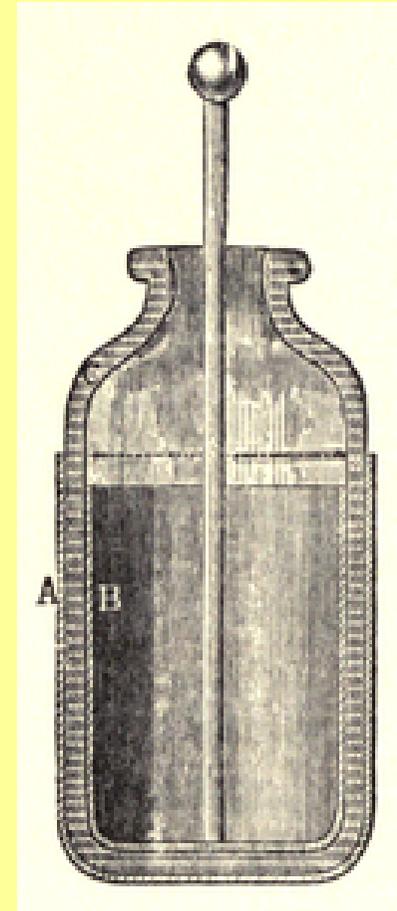
**Em suma, diversos fatores influenciam os efeitos do choque:**

- A – condições orgânicas do indivíduo (idade, sexo etc),**
- B – percurso da corrente pelo corpo,**
- C – espécie de corrente (contínua ou alternada),**
- D – frequência e forma de onda,**
- E – intensidade da corrente,**
- F – tempo de duração do choque.**

# Choque elétrico

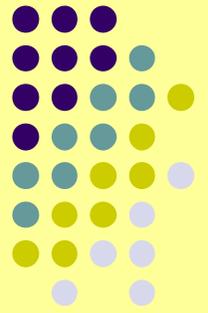


O corpo humano possui uma impedância (resistência) **ligeiramente capacitiva**, isto é, o aumento da frequência diminui a resistência do corpo humano.



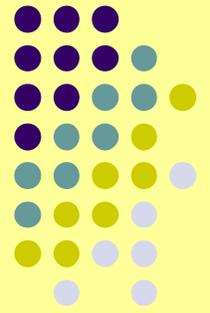
Garrafa de Leyden, precursor do capacitor moderno (séc XVIII)  
Fonte: wikipedia.

# Choque elétrico



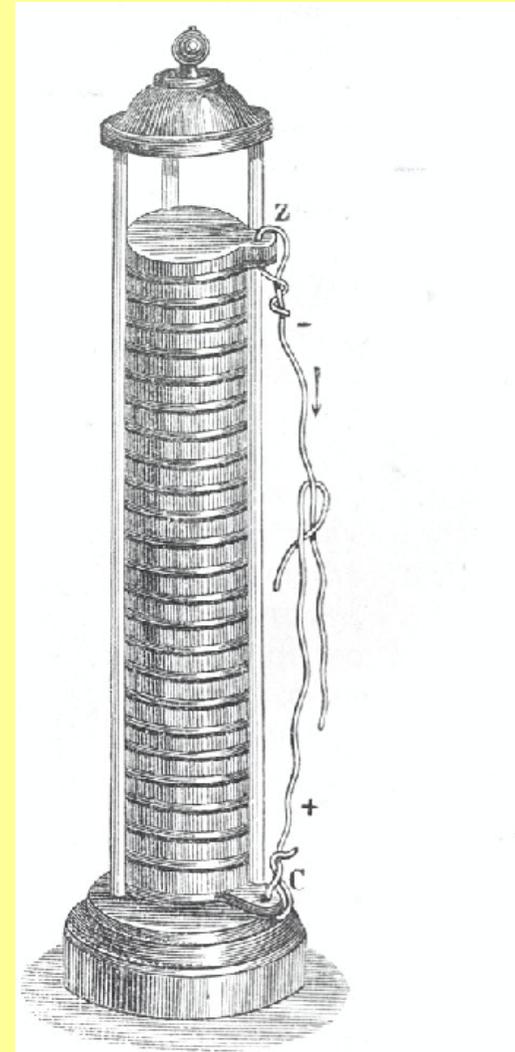
**Em 220 V, 60 Hz por exemplo, a resistência do corpo é da ordem de 1000 ohms. Já para mesma tensão e uma frequência de 1000 Hz esta resistência cai para cerca de 550 ohms.**

# Choque elétrico



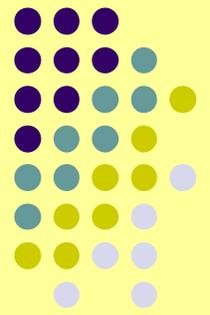
A **forma de onda** influencia principalmente no limiar de sensação.

A **intensidade** de corrente e o **tempo** de exposição tem grande influência nas reações fisiológicas.



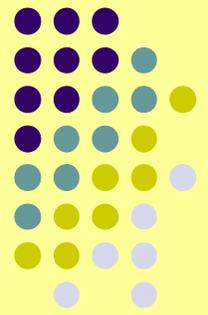
Pilha de Volta. Fonte: IEEE History Center.

# Exemplo



Testes realizados em 50 indivíduos do sexo masculino, com idade entre 19 e 39 anos de idade, mostraram que, estatisticamente, 95% dos indivíduos apresentaram:

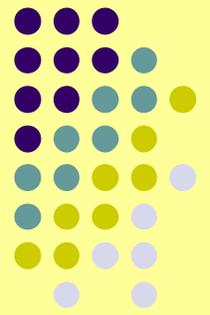
# Exemplo



## Percurso: MÃO – TRONCO – MÃO

<i>Sensações</i>	<i>Intensidade de corrente [mA]</i>
Corrente perceptível apenas na palma das mãos (limiar de sensação)	1.7
Ligeiro formigamento na palma das mãos	3.0
Ligeira câibra nos antebraços	5.5
Câibra geral nos braços, ainda com possibilidade de largar	15.0

# Exemplo



## Percurso: MÃO – TRONCO – PÉS

<i>Sensações</i>	<i>Intensidade de corrente [mA]</i>
Corrente perceptível apenas na palma das mãos	3.5
Formigamento em toda a mão, como se estivesse dormente	5.0
Ligeira cãibra no pulso	11.5
Largar só é possível com maior esforço (limite de largar)	18.0

Obs.: testes com corrente alternada de 50 a 60Hz