



ESCOLA POLITÉCNICA DA  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos  
PSI - EPUSP

PSI 3212 - LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

## GUIA DE SEGURANÇA DE LABORATÓRIO

1º semestre de 2018

### Introdução

O objetivo deste documento é informar os usuários do Laboratório de Circuitos a respeito dos cuidados que se devem ter com relação aos riscos de ocorrência de acidentes durante a realização das atividades experimentais, envolvendo sistemas elétricos e eletrônicos.

### Telefones de contato em caso de EMERGÊNCIA:

No. TEL.	DESCRIÇÃO
192	SAMU (Serviço de Atendimento Móvel de Urgência)
193	Bombeiros
3091- 5728	Secretaria PSI
3039 - 9200	Hospital Universitário (HU)
3091- 4222	Segurança do Campus CUASO

## MEDIDAS DE SEGURANÇA E PRECAUÇÕES

### RECOMENDAÇÕES:

- Informar-se sobre os métodos de ressuscitação, para casos de choques elétricos pessoais;
- Tomar conhecimento das instalações elétricas que servem à sala de aula e, particularmente, das chaves gerais que comandam tais instalações;
- Informar-se sobre ligações de “terra” e “neutro” no laboratório;
- **Não ligar os circuitos montados às fontes de alimentação antes que eles sejam considerados completos e conferidos;**

**Não efetuar qualquer modificação nos circuitos montados sem desligar previamente a alimentação;**

- Habitue-se a usar uma só mão de cada vez, sempre que possível;
- Conexões e emendas de condutores devem ser firmes e bem feitas; maus contatos frequentemente ocasionam o insucesso das experiências;
- Operar chaves que fecham circuitos ou ligam fontes de potência rapidamente e sem hesitação, para evitar desgastes e eventual formação de arcos;
- Dispor as ligações e fiação da forma mais clara possível;
- Quando alimentar um transformador ou reator, atentar sobre a possibilidade de aparecerem tensões perigosas sobre a mesa de trabalho.

## **PERIGO DO CHOQUE ELÉTRICO E SUA PREVENÇÃO:**

### **1. Ocorrência do choque:**

Um choque elétrico ocorre toda a vez que um circuito elétrico se fecha sobre o corpo de uma pessoa. A corrente através do corpo determina a severidade do choque. O valor eficaz desta corrente é dado por  $I = V/Z$  onde  $V$  é a tensão eficaz no circuito e o  $Z$  é o módulo da impedância total do circuito. Em frequências baixas,  $Z$  é essencialmente resistivo. É possível, portanto, levar choques perigosos e mesmo mortais em instalações residenciais ou comerciais de 110 ou 220 V.

Em frequências comerciais (50 ~ 60 Hz) e tensões até 240 volts, a resistência de contato corpo-circuito é o fator que limita a corrente. Lugares úmidos ou com água (banheiros, cozinhas, piscinas, jardins) tendem a reduzir essa resistência, sendo potencialmente perigosos. Deve-se ter cuidado especial com chuveiros e torneiras elétricas, ligando-os à “terra”. A resistência da pele seca varia de 100 a 300 k $\Omega$ /cm<sup>2</sup>; mas com a umidade pode reduzir-se até 1 % destes valores, causando situações perigosas. Condições fisiológicas ou psicológicas influem na resistência da pele. Cortes, feridas ou qualquer descontinuidade na pele reduzem muito a resistência de contato.

As correntes máximas que podem ser suportadas com segurança vão até **9 mA** para homens normais e **6 mA** para mulheres normais. Corrente acima de **18 mA** podem contrair os músculos do tórax, impedindo a respiração e causando sérios acidentes.

Correntes maiores podem levar à fibrilação ventricular do coração com interrupção do fluxo sanguíneo e conseqüente morte do acidentado. Para trabalhadores adultos o limiar de fibrilação é tomado como  $116/\sqrt{t}$  mA, onde  $t$ , em segundos, é a duração do choque. Se a corrente for injetada diretamente no coração (por exemplo, pacientes em hospitais) este limiar reduz-se a 20  $\mu$ A. Mais detalhes a respeito encontram-se nas referências indicadas no fim desta publicação, em particular a [1].

## **2. Redução do Perigo do Choque:**

Não consideraremos aqui instalações de alta tensão ou especializadas, que devem obedecer a normas apropriadas.

Para instalações de baixa tensão, a redução do perigo de choques se faz pelos seguintes meios:

- Isolação adequada;
- Confinamento físico das instalações;
- Ligação à terra (ou aterramento);
- Dupla isolação;
- Transformadores de isolação;
- Limitador de choques.

Destes recursos, um dos mais importantes é a **ligação à “terra”**. O aterramento elétrico (“Terra”) tem três funções principais:

- Proteger o usuário do equipamento das descargas atmosféricas, através da viabilização (qualidade) de um caminho alternativo para a terra, de descargas atmosféricas.
- “Descarregar” cargas estáticas acumuladas nas carcaças das máquinas ou equipamentos para a terra.
- Facilitar o funcionamento dos dispositivos de proteção (fusíveis, disjuntores, etc.), através da corrente desviada para a terra.

### **Norma Brasileira:**

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) estabelece a norma **NBR 5410** que rege o campo de instalações elétricas em baixa tensão.

## **3. Socorro a Vítimas de Choque Elétrico:**

Extraído da página dos Bombeiros:

<http://www.bombeirosemergencia.com.br/choqueeletrico.html>

### **O que acontece:**

O choque elétrico, geralmente causado por altas descargas, é sempre grave, podendo causar distúrbios na circulação sanguínea e, em casos extremos, levar à parada cardiorrespiratória.

Na pele, podem aparecer duas pequenas áreas de queimaduras (geralmente de 3º grau) - a de entrada e de saída da corrente elétrica.

### **Primeiras providências**

Desligue o aparelho da tomada ou a chave geral. Se tiver que usar as mãos para remover uma pessoa, envolva-as em jornal ou um saco de papel. Empurre a vítima para longe da fonte de eletricidade com um objeto seco, que seja não condutor de corrente, como um cabo de vassoura, tábua, corda seca, cadeira de madeira ou bastão de borracha.

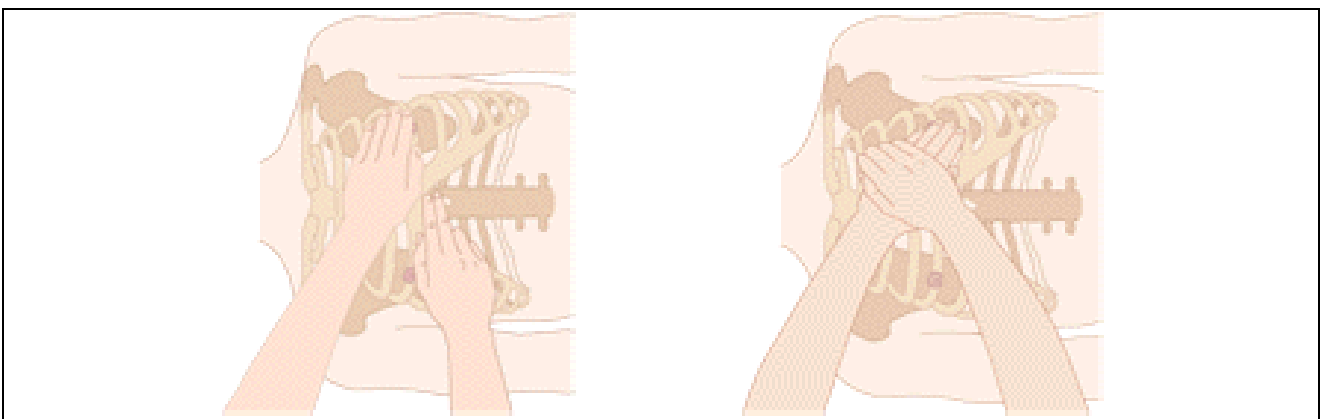
### **O que fazer:**

Se houver parada cardiorrespiratória, aplique a ressuscitação. Cubra as queimaduras com uma gaze ou com um pano bem limpo. Se a pessoa estiver consciente, deite-a de costas, com as pernas elevadas. Se estiver inconsciente, deite-a de lado. Se necessário, cubra a pessoa com um cobertor e mantenha-a calma.

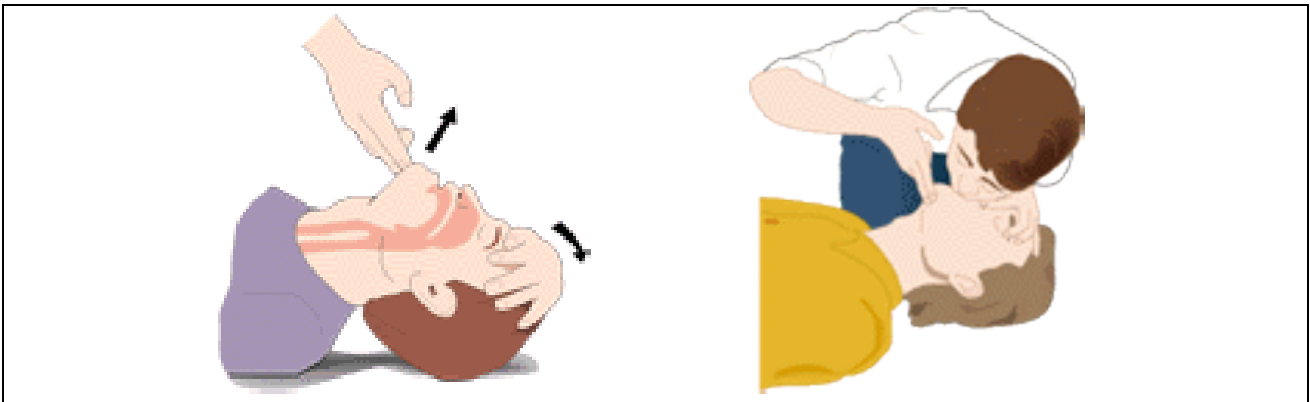
Procure ajuda médica imediata.

### **A reanimação cardiopulmonar**

Com a pessoa no chão, coloque uma mão sobre a outra e localize a extremidade inferior do osso vertical que está no centro do peito (o chamado osso esterno).



Ao mesmo tempo, outra pessoa deve aplicar respiração boca-a-boca, firmando a cabeça da pessoa e fechando as narinas com o indicador e o polegar, mantendo o queixo levantado para esticar o pescoço.



Enquanto o ajudante enche os pulmões, soprando adequadamente para insuflá-los, pressione o peito a intervalos curtos de tempo, até que o coração volte a bater. Esta sequência deve ser feita da seguinte forma: se você estiver sozinho, faça dois sopros para cada quinze pressões no coração; se houver alguém o ajudando, faça um sopro para cada cinco pressões.

**Nos acidentes por choque a rapidez do socorro é essencial**; alguns minutos de atraso podem levar o acidentado à morte ou a uma situação irrecuperável.

#### **4. REFERÊNCIAS**

- [1] DALZIEL, "Electrical Shock Hazard" IEEE Spectrum, Fev. 1972, p. 41-50
- [2] ABNT NBR – Associação Brasileira de Normas Técnicas – Norma brasileira sobre Instalações elétricas de baixa tensão. 2004. <http://www.abnt.org.br>
- [3] Manual de Primeiros Socorros – FIOCRUZ. 2003. <http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/manuais/biosseguranca/manualdeprimeirossocorros.pdf>
- [4] O que fazer em caso de vítima com choque elétrico? <http://www.bombeirosemergencia.com.br/choqueeletrico.html>
- [5] Manual de Segurança para Laboratórios Didáticos de Eletricidade, Eletrotécnica, Automação, Máquinas Elétricas e Sistemas de Potência. Comissão de Segurança PEA/EPUSP.