

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA – FEIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA – DEE

**SEGURANÇA EM ELETRICIDADE:
NORMAS DE CONDUTA EM
EXPERIMENTOS COM
RISCO POTENCIAL DE ACIDENTE**

Segunda edição
Revista e atualizada

LABORATÓRIO DE ENSINO DO DEE

COMISSÃO INTERNA DE PREVENÇÃO DE
ACIDENTES – CIPA

Ilha Solteira, fevereiro de 2006

CONTEÚDO:

I.	INTRODUÇÃO: ELETRICIDADE - PERIGO INVISÍVEL
II.	PRINCÍPIOS DA ELETRICIDADE
	II.1 CHOQUE ELÉTRICO
III.	EFEITOS FÍSICOS DA CORRENTE ELÉTRICA
	III.1 Efeitos da Tensão
	III.2 Efeitos da Corrente
	III.3 Efeitos da Resistência do Corpo
	III.4 Efeitos da Frequência da Fonte
	III.5 Efeitos da Duração do Choque
IV.	TIPOS COMUNS DE CHOQUES
V.	PRIMEIROS SOCORROS ÀS VÍTIMAS DE CHOQUE
	V.1 - Técnicas de Reanimação
VI.	NORMAS DE SEGURANÇA NO LABORATÓRIO
	VI.1 Níveis de Risco
	VI.2 Laboratórios com Máquinas Girantes, transformadores e acionamentos
	VI.3 Proteção contra Incêndio.....
	BIBLIOGRAFIA



I. INTRODUÇÃO: ELETRICIDADE - PERIGO INVISÍVEL

A eletricidade é vital na vida moderna. É desnecessário ressaltar a sua importância, quer proporcionando conforto aos nossos lares, quer atuando como insumo nos diversos segmentos da economia.

Por outro lado, o uso da eletricidade exige do consumidor e/ou profissional da área algumas precauções em virtude do risco que potencialmente pode representar. Muitos desconhecem ou negligenciam esse risco.

O perigo elétrico é invisível, a ameaça não é percebida e os usuários não pensarão na sua segurança ou de terceiros, a menos que sejam conscientizados (ou lembrados) sobre a origem do risco.

As normas de segurança estabelecem que as pessoas devem ser informadas sobre os riscos a que se expõem, assim como conhecer os seus efeitos e as medidas de segurança aplicáveis [1].

Este material de divulgação foi elaborado pelos professores e técnicos do Laboratório de Ensino do DEE, em conjunto com a CIPA, e tem por objetivos informar, principalmente, aos alunos dos primeiros anos do curso, os fundamentos da segurança em eletricidade.

Segundo consulta encaminhada à Assessoria Jurídica da UNESP (*Ofício GD 372/01 de 11/12/01*), informa-se que: “em ocorrendo acidente com discente é necessário verificar-se, de quem foi a culpa, se do próprio aluno, que não observou bem os procedimentos corretos que lhe foram indicados, ou do professor, que não deu orientação devida durante as aulas”. E segue uma complementação: “em princípio, caso ocorra um acidente, a Universidade responderá diretamente/objetivamente pela reparação dos danos que seu servidor, nessa qualidade, causar a terceiros (aos alunos), **exceto se houver culpa exclusiva do terceiro.**”

Desta forma, neste texto pretende-se essencialmente discutir com os alunos os tópicos apresentados na Tabela I.1.

Tabela I.1 – Objetivos deste manual

A	Informar aos alunos e funcionários do laboratório de ensino do DEE, mediante conscientização, sobre a importância da Segurança no Manuseio da Eletricidade;
B	Conscientizar quanto ao cumprimento das medidas preventivas para reduzir, eliminar e/ou neutralizar os riscos de acidentes existentes;
C	Capacitar para identificação, reconhecimento e comunicação das condições de riscos e atos inseguros no ambiente de trabalho;
D	Contribuir para a incorporação de padrão atitudinal favorável à melhoria da qualidade de ensino, aumento da produtividade e eliminação de acidentes.

II. PRINCÍPIOS BÁSICOS DA ELETRICIDADE

Um circuito elétrico se caracteriza por uma diferença de potencial ou tensão, uma intensidade de corrente elétrica e pela resistência (ou impedância) de seus elementos. Assim, quando uma tensão elétrica é aplicada diretamente sobre o corpo humano, forma-se um circuito elétrico, ocorrendo a circulação de uma corrente de acordo com o valor da sua resistência elétrica.

- v A tensão é medida em volts (V) e, quanto maior o seu valor, maior será a quantidade de corrente elétrica passando através do corpo;
- v A intensidade de corrente é medida em ampéres (A), e é definida como a quantidade de “eletricidade” que passa por um condutor em 1 segundo;
- v A resistência elétrica é medida em ohms (Ω). A resistência se opõe à passagem da corrente e, quanto maior a resistência, menor será a facilidade de passagem da corrente.

II.1 O CHOQUE ELÉTRICO

A reação do organismo à passagem da corrente elétrica pelo corpo é caracterizada como choque elétrico. Sendo o corpo humano condutor (baixa resistência à corrente elétrica), o contato parcial ou total com um objeto energizado fecha o circuito, passando a circular a corrente pelo corpo. A figura II.1 ilustra esse circuito.

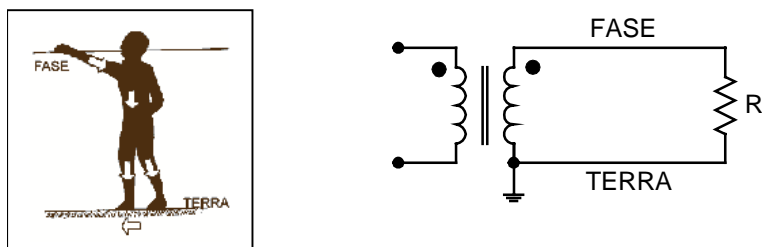


Figura II.1 – Circuito elétrico formado durante um choque elétrico. a) Circuito real. b) Circuito elétrico equivalente.

O que torna a eletricidade mais perigosa do que outros riscos físicos como, por exemplo, o calor, o frio e o ruído é que ela só é percebida pelo organismo tarde demais, quando o mesmo já se encontra sob sua ação.

É importante alertar que os riscos do choque elétrico e os seus efeitos estão diretamente relacionados aos valores das tensões da instalação. Ressalta-se, ainda, que altas tensões costumam provocar grandes lesões.

Por um outro lado, existem mais pessoas expostas à baixa tensão do que às altas tensões e, que leigos, normalmente, não se expõem às altas tensões. Assim, proporcionalmente, pode-se concluir que as baixas tensões são as mais perigosas.

O valor a resistência elétrica do corpo humano varia de indivíduo para indivíduo, e também varia em função do trajeto percorrido pela corrente elétrica. De acordo com a Lei de Ohm, e com base no valor da resistência do corpo humano, pode-se avaliar a intensidade da corrente elétrica produzida por um choque elétrico. Esse valor serve para inferir sobre os efeitos danosos provocados pela corrente elétrica em função de sua intensidade.

O corpo humano é um condutor de eletricidade. A resistência elétrica que o corpo humano oferece à passagem da corrente elétrica é

quase que exclusivamente devida à camada externa da pele, que é constituída de células mortas. Quando a pele está seca, a resistência é maior, porém, quando ela se encontra úmida (condição mais facilmente encontrada na prática), a resistência elétrica do corpo decai sensivelmente [2].

Os músculos do corpo agem sob a ação de impulsos elétricos emitidos pelo cérebro através dos neurônios (nervos) até às fibras musculares do tecido, onde elas criam um potencial eletroquímico provocando a contração (movimentação) muscular. A corrente elétrica, ao passar pelo corpo humano, causa alterações nos impulsos elétricos próprios do nosso corpo (por conseguinte, afetando o funcionamento de todos os músculos, inclusive do coração e dos músculos respiratórios) e causa um aquecimento nos tecidos, levando a queimaduras.

O músculo do coração se movimenta sob a ação de tais impulsos elétricos, originados no próprio coração. Durante um choque elétrico a corrente provoca o aparecimento de um potencial eletroquímico que produz a contração muscular fora de ritmo. A condição irregular onde o coração não bombeia mais sangue, tal como na fibrilação ventricular ou na assístole cardíaca, é denominada de parada cardíaca [3].

A seguir, são apresentados alguns dados gerais sobre choques elétricos:

- v Mais de 1000 pessoas morrem por ano nos EUA devido a corrente elétrica, e outros tantos milhares sofrem devidos aos ferimentos;
- v A maioria das mortes ocorrem em tensões domiciliares e baixas correntes;
- v O fluxo de corrente pelo corpo pode causar queimaduras graves e paradas cardíacas;
- v O cérebro e o coração são os órgãos mais sensíveis;
- v Para correntes inferiores a 10 mA no nível da pele, a pessoa sente um mero formigamento;
- v Para correntes superiores a 10 mA, a pessoa “cola” no circuito e não consegue se soltar;

- v Para correntes entre 100 mA e 1 A a possibilidade de morte súbita é muito alta;
- v Acima de 1 A, o coração se contrai e o aquecimento interno é significativo.

III. EFEITOS FÍSICOS DA CORRENTE ELÉTRICA

Como resultado de um choque elétrico pode-se ter sensações que envolvem desde um leve “formigamento”, à contrações musculares dolorosas, à lesão muscular e até à parada cardíaca. A intensidade de um choque elétrico basicamente depende dos seguintes fatores:

- v Nível de tensão;
- v Corrente fluindo através da pessoa;
- v Resistência do corpo humano;
- v Frequência da fonte elétrica;
- v Duração do choque;
- v Trajeto da corrente.

III.1 Efeitos da Tensão

Tensões elevadas normalmente representam choques com maiores riscos, por causa das intensas correntes ou energias envolvidas. Outro problema da alta tensão se deve a falhas de isolamento e ruptura dielétrica, com a conseqüente formação de arco elétrico, dependendo da forma dos eletrodos, taxa de subida e polaridade da tensão.

Estas correntes, por sua vez, podem causar queimaduras graves devido ao calor de arcos elétricos ou danos ao tecido devido ao elevado fluxo de cargas. Correntes elevadas (acima de 1 A) tendem a produzir assístole cardíaca, em vez de fibrilação ventricular. Uma queda ou um golpe no peito pode reverter o batimento cardíaco ao normal.

- v Quanto maior a tensão maior será a corrente;
- v Por outro lado, sob altas tensões, contrações musculares violentas

podem atirar a vítima para longe do perigo.

III.2 Efeitos da Corrente

O limiar de percepção para um contato dos dedos com o condutor em 60 Hz é de aproximadamente 0,2 mA. Resultados obtidos a partir da observação de mais de 1000 acidentes permitiram estabelecer os dados da Tabela III.1, onde as reações fisiológicas diante da circulação de diferentes intensidades de corrente foram divididas em 4 grupos:

Tabela III.1 – Reações fisiológicas de acordo com as faixas de intensidades de corrente elétrica

Grupo	Reações	Intensidade mA eficaz
1	Início de percepção de corrente até o estado em que não é mais possível largar o contato por si só. Ausência de influência sobre os batimentos cardíacos	Até 25
2	Intensidade de corrente ainda suportável. Elevação da pressão sanguínea, irregularidades cardíacas, parada reversível do coração. Acima de 50 mA, perde-se os sentidos.	25 a 80
3	Perda de sentidos, fibrilação ventricular	80 a 3000
4	Elevação da pressão sanguínea, parada reversível do coração, arritmias, flatulência pulmonar e perda de sentidos.	acima 3000

Em caso de baixas tensões, como 110/220 V, o óbito normalmente pode ser atribuído à fibrilação ventricular, a qual se encontra no grupo 3. Dependendo do tipo de contato elétrico estabelecido com o corpo humano e do nível de corrente produzido pela tensão, o óbito pode ocorrer sem que nenhuma marca de queimadura seja percebida; nem mesmo vestígios que pudessem evidenciar uma eletrocução são percebidos durante a autópsia.

A fibrilação ventricular corresponde a uma contração descoordenada e assíncrona das fibras do músculo ventricular cardíaco, em contraste à sua contração normal, coordenada e rítmica. O coração parece tremer em vez de pulsar. O uso de um desfibrilador ventricular se faz necessário nesta situação.

Um nível de corrente bastante crítico pode surgir justamente sob baixas tensões, correspondente a corrente de desprendimento (*let-go current*). Numa tal situação, a vítima pode ficar involuntariamente presa por seus próprios músculos ao condutor energizado, sem poder se “descolar”. A pessoa tenta lutar contra seus próprios músculos, enquanto sofre um doloroso choque. A mente funciona, porém, os músculos não podem ser controlados voluntariamente [3].

- v Correntes elevadas causam aquecimentos danosos aos tecidos;
- v Uma corrente de 10 μ A passando direto através do coração pode causar parada cardíaca. As fibras musculares batem fora de sincronismo e assim, não há bombeio de sangue;
- v O aquecimento térmico dos tecidos aumenta com o quadrado da corrente (I^2R)
- v As tensões mais letais estão entre 100 e 400 Vac
 - Elevadas o suficiente para causar fluxo de corrente significativo pelo corpo
 - Podem causar forte contração muscular sobre o equipamento energizado
- v Os acidentados não conseguem se soltar da fonte de energia devido ao movimento involuntário dos músculos;

III.3 Efeitos da Resistência do Corpo

A resistência elétrica entre membros do corpo humano pode variar ao longo de ampla faixa de valores quando a pele está intacta. Esta se deve sobretudo a camada externa da pele, constituída por células mortas, sendo elevada quando está seca (entre 10 k Ω e 600 k Ω) e diminuindo muito quando está úmida (entre 500 e 1000 Ω apenas). Tomando a resistência de 1000 Ω e uma tensão de 220V, como exemplo, deve

resultar numa corrente de 220 mA fluindo entre membros, caso situado no grupo 3. Isto significa perigo mortal de fibrilação ventricular. Outras partes do corpo podem ter resistência bem inferior como, por exemplo, o peito que chega a ter apenas 100 Ω .

Em casos de acidentes com altas tensões, por exemplo, em 6 kV, resultaria numa corrente de 6 A, que situa-se no grupo 4. Mesmo assim, as chances de sobrevivência neste caso são maiores que no grupo 3, dada a possibilidade de parada cardíaca ser reversível.

- v A resistência da palma da mão pode variar de 100 Ω a 1 M Ω ;
- v Nervos, artérias e músculos possuem baixas resistências;
- v Ossos, gorduras e tendões possuem resistências elevadas;
- v Através do peito de uma pessoa adulta, a resistência média está em torno de 70 a 100 Ω .

III.4 Efeitos da Frequência da Fonte

O nível de corrente para produzir fibrilação ventricular em C.C. (150 mA) é 3 vezes maior que a necessária em C.A. na frequência de 60 Hz (50 mA). Este valor não muda significativamente na faixa entre 15 e 100 Hz. Assim, efeitos da corrente elétrica em 50 ou 60 Hz são substancialmente os mesmos. A corrente de desprendimento no caso de mulheres é menor que no caso de homens.

As tabelas apresentadas a seguir foram levantadas a partir de um grupo de 50 indivíduos saudáveis, do sexo masculino e entre 19 e 39 anos de idade. Foram utilizados 2 eletrodos de latão com forma cilíndrica com 90 cm² de superfície, nos quais os indivíduos se agarravam. Os resultados evidenciam o quão danosa pode ser a corrente alternada (C.A.), relativamente a C.C. Para o caso de mulheres, os resultados são em geral 30% mais baixos que nos homens.

Com corrente C.C. existe uma sensação severa de choque quando o circuito se fecha, porém, há pouca dor quando a corrente é

estabelecida. Não há o fenômeno de dificuldade de desprendimento do condutor para C.C.

Tabela III.1 – Sensibilidade em C.C. Percurso mão-tronco-mão

Sensações	% de indivíduos analisados Corrente eficaz em mA		
	5%	50%	95%
Ligeiro formigamento nas palmas das mãos e nas pontas dos dedos	6	7	8
Sensação de calor e formigamento mais forte nas mãos; pressão nos pulsos	10	12	15
Forte pressão; picadas nos pulsos e palmas das mãos	18	21	25
Formigamento nos antebraços, sensação mais forte de calor	25	27	30
Dor de pressão mais forte nos pulsos, formigamento chegando até os cotovelos	30	32	35
Fortes dores de pressão nos pulsos e dores agudas nas mãos	30	35	40

Tabela III.2 – Sensibilidade em C.A. na frequência de 50 Hz. Percurso mão-tronco-mão

Sensações	% de indivíduos analisados Corrente eficaz em mA		
	5%	50%	95%
Corrente perceptível apenas nas palmas da mãos	0,7	1,2	1,7
Ligeiro formigamento nas palmas das mãos como se estivessem dormentes	1,0	2,0	3,0
Formigamento também perceptível nos pulsos	1,5	2,5	3,5
Leve vibração nas mãos; pressão nos pulsos	2,0	3,2	4,4
Ligeira caimbra nos antebraços	3,2	5,2	7,2
As mãos tornam-se rígidas e contraídas, sensação de dores; largar ainda é possível	4,2	6,2	8,2
Caimbra nos braços, mãos insensíveis, picadas em toda a superfície dos braços	4,3	6,6	8,9

Caimbra geral na musculatura dos braços até as axilas, largar ainda é possível	7,0	11	15
--	-----	----	----

Os níveis de corrente de fibrilação aumentam substancialmente acima de 100 Hz, sendo 5 vezes maior em 300 Hz e, aproximadamente, 15 vezes maior em 1 kHz, relativamente a 60 Hz. Entretanto, poderá haver queimaduras pelo fato da corrente de alta frequência circular pela parte externa do corpo.

v Correntes entre 50 e 60 Hz têm muito mais capacidade de causar fibrilação ventricular que correntes C.C.;

v Entre 50 e 60 Hz, os movimentos involuntários dos músculos podem ser tão severos que a pessoa não consegue se soltar da fonte de energia;

v No experimento acima descrito, 50% das mulheres não conseguiam se desprender com 10,5 mA, enquanto este valor sobe para 16 mA para 50% dos homens;

v A medida que a frequência ultrapassa 500 Hz, aproximadamente, pouca energia passa através dos órgãos internos.

III.5 Efeitos da Duração do Choque

O tempo de duração do choque elétrico exerce grande efeito sobre suas consequências. Uma vez que o coração entra em fibrilação a circulação sanguínea cessa, a inconsciência ocorre em menos de 10 segundos e danos irreversíveis ao cérebro começam entre 4 e 6 minutos.

Na situação onde a corrente é tão elevada que impede que o acidentado se solte do condutor (*let-go current*), o tempo de duração é extremamente danoso. A medida que o tempo passa a resistência de contato diminui devido a transpiração, dilaceramento da pele ou porque a pessoa agarra o condutor mais apertado, e assim, correntes cada vez mais letais atravessam o corpo. Se a pessoa não se soltar, o resultado final será o óbito.

v Quanto mais longa a duração, mais severo será o aquecimento interno dos tecidos;

v Entre 110 e 240 Vac a pessoa torna-se incapaz de se soltar da fonte de energia.

III.6 Efeitos do Percurso da Corrente

A condição de fibrilação ventricular normalmente é provocada por um choque elétrico onde o percurso da corrente ocorre através do peito, tais como entre os dois braços ou entre um braço e uma perna.

Choques onde o percurso da corrente acontece através do centro respiratório podem ocasionar parada respiratória. O centro respiratório se localiza na medula óssea, na base do crânio. Choques indo da cabeça para pontos abaixo do pescoço, ou entre os dois braços, podem levar à parada respiratória. A seguir, são exemplificadas algumas situações de risco cujas consequências dependem do percurso da corrente pelo corpo:

v O caso de um dos pés estar em contato com um condutor vivo, e o outro estar no terra, não é tão grave pois não há fluxo de corrente pelo coração. Pode ocorrer lesão nos órgãos abdominais.

v Quando uma das mãos está em contato com um condutor energizado e os pés estão em contato com a terra, ocorre atuação da corrente elétrica sobre o diafragma (músculo respiratório localizado entre o tórax e o abdome). Trata-se de um percurso muito perigoso, onde a porcentagem de corrente que atinge o coração chega a 8%.

v Se o percurso ocorre entre as duas mãos em contato com condutores sob tensão (fase e neutro), e atravessa o corpo, a corrente flui pelo tórax e pode atingir centros nervosos que controlam a respiração, bem como o coração (com até 3% da corrente).

Importante: Usar apenas uma das mãos ao operar circuitos energizados !

v Casos graves ocorrem no caso do tronco espinhal ser afetado, alterando-se o controle da respiração. Correntes entre 100 e 1000 mA são suficientes para induzir parada respiratória e/ou parada cardíaca;

v Se a corrente flui da cabeça, em contato com um condutor energizado, para os pés em contato com o terra, fatalmente atravessará o cérebro

e/ou coração, A possibilidade de um resultado letal aumenta significativamente. A porcentagem de corrente que flui pelo coração chega a 10%.

IV. TIPOS MAIS COMUNS DE CHOQUES ELÉTRICOS

Nas Figuras IV.1 e IV.2 são ilustradas algumas situações comuns envolvendo choques elétricos devido a contatos com condutores energizados, entre fase e terra e entre fase e fase. No caso da Figura IV.2 b), não ocorreria choque elétrico pois as polaridades dos enrolamentos secundários são opostas.

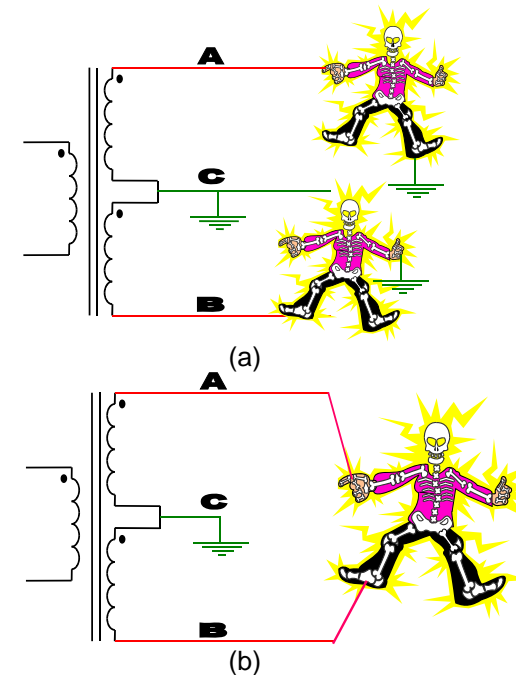


Figura IV.1 – Choques elétricos para secundários associados com polaridades aditivas. a) Contato entre fase e terra. b) Contato entre fases.

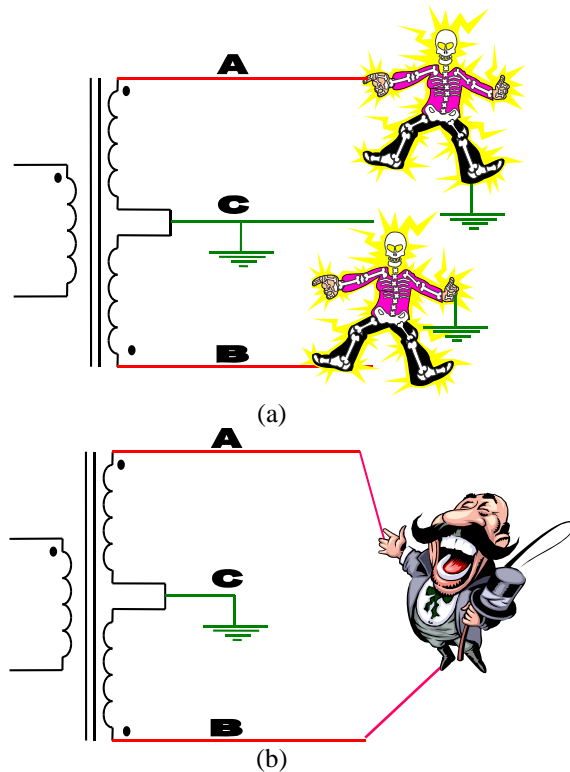


Figura IV.2- Casos de secundários associados com polaridades opostas. a) Choques do tipo fase-terra. b) Não ocorre choque elétrico.

Na Figura IV.3 discute-se o problema do condutor neutro e do fio terra. Quando o aterramento está localizado no início do enrolamento secundário, poderá haver uma tensão considerável na carga, no lado da baixa tensão, uma vez que a resistência do fio condutor não é nula. Por exemplo, se esta resistência for de apenas 1Ω , para uma tensão de secundário igual a 100 V , haverá uma tensão de $V = R \times I = 100 \times 1 = 100 \text{ V}$, conforme ilustra a Figura IV.3 b).

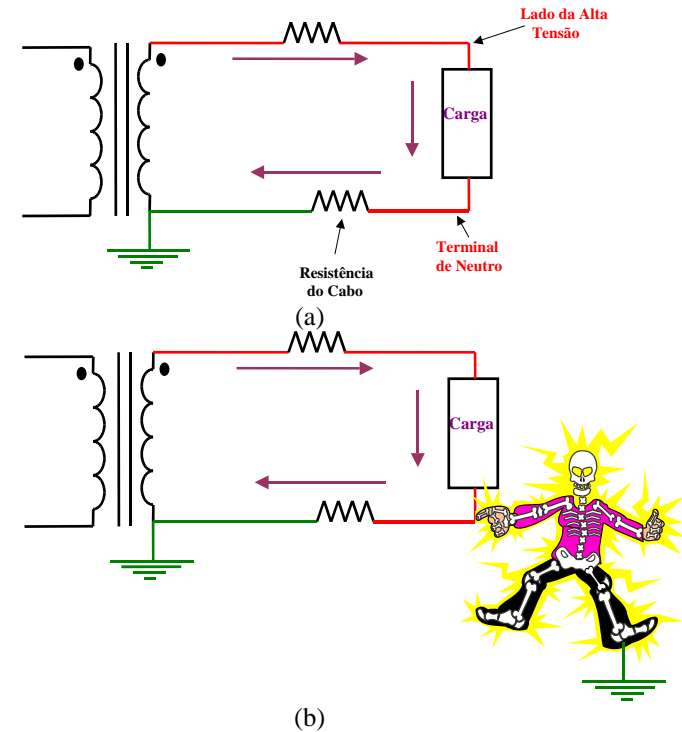


Figura IV.3 – O problema de neutro e de terra. a) Fluxo de corrente pelos condutores com resistências finitas. b) Choque ao estabelecer contato com a "baixa tensão" na carga.

Na Figura IV.4 discute-se o problema do aterramento com o objetivo de solucionar os problemas anteriores. Se o neutro, na posição da carga for aterrado, evita-se o perigo de choques elétricos no lado de baixa tensão na carga. Porém, a carcaça (chassis) do equipamento, normalmente conectada ao fio neutro, passa a ficar energizada. Na Figura IV.4 b), soluciona-se o problema anterior aterrando-se adequadamente a carcaça do equipamento.

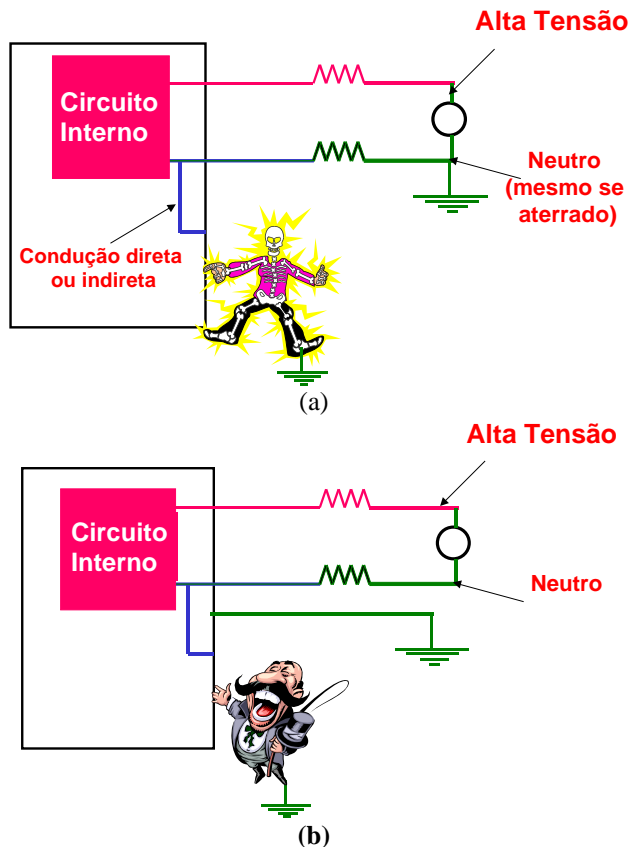


Figura IV.4 – Aterramento de sistemas os sistemas. A) Aterrando-se o neutro. B) Aterramento da carcaça.

Quando se trata de medidas preventivas de choque elétrico torna se obrigatório consultar 2 normas brasileiras [1]: a NBR 5410 e a NR 10. A NBR 5410, intitulada de "Instalações Elétricas de Baixa Tensão", fixa condições de segurança nas instalações com tensão até 1000 V em corrente alternada e de até 1500 V em corrente contínua. Já a norma regulamentadora NR-10 - Instalações e Serviços com Eletricidade,

recomenda condições mínimas para garantir a segurança das pessoas, e estabelece critérios para proteção contra os riscos de contato, incêndio e explosão, dentre outros. Para acessar essas normas consulte o site: <http://www.areaseg.com/nrindex/nr10.html>

V. PRIMEIROS SOCORROS ÀS VÍTIMAS DECHOQUE

As chances de salvamento da vítima de choque elétrico diminuem com o passar de alguns minutos. Pesquisas realizadas apresentam as chances de salvamento em função do número de minutos decorridos do choque aparentemente mortal. Pela análise da Tabela V.1 esperar a chegada da assistência médica para socorrer a vítima é o mesmo que assumir a sua morte. Então não se deve esperar. A solução é a aplicação de técnicas de primeiros socorros por pessoa que esteja nas proximidades.

Tabela V.1 - Chances de Salvamento

Tempo após o choque p/ iniciar respiração artificial	Chances de reanimação da vítima
1 minuto	95 %
2 minutos	90 %
3 minutos	75 %
4 minutos	50 %
5 minutos	25 %
6 minutos	1,0 %
8 minutos	0,5 %

O ser humano que esteja com parada respiratório e cardíaca passa a ter morte cerebral dentro de 4 minutos, por isso é necessário que o profissional que trabalha com eletricidade deve estar apto a prestar os primeiros socorros a acidentados, especialmente através de técnicas de reanimação cárdio-respiratória.

V.1 - TÉCNICAS DE REANIMAÇÃO

A respiração artificial é empregada em todos os casos em que a respiração natural é interrompida. Na maioria dos casos de acidente por choque elétrico, a MORTE é apenas APARENTE, por isso, socorra a vítima rapidamente sem perda de tempo.

A. Método de "Holger e Nielsen"

Este método consiste em um conjunto de **manobras mecânicas** por meio das quais o ar, em ritmo certo e determinado, é forçado a entrar e sair alternadamente dos pulmões. As instruções gerais referentes à aplicação desse método são as seguintes :

- 1- Antes de tocar no corpo da vítima, procure livrá-la da corrente elétrica, com a máxima segurança possível e a máxima rapidez. Nunca use as mãos ou qualquer objeto metálico ou molhado para interromper um circuito ou afastar um fio.
- 2- Não mova a vítima mais do que o necessário à sua segurança. Antes de aplicar o método, examine a vítima para verificar se respira; em caso negativo, inicie a respiração artificial. Quanto mais rapidamente for socorrida a vítima, maior será a probabilidade de êxito no salvamento.
- 3- Chame imediatamente um médico e alguém que possa auxiliá-lo nas demais tarefas, sem prejuízo da respiração artificial, bem como, para possibilitar o revezamento de operadores. Não distraia sua atenção com outros auxílios suplementares que a vítima necessita. Enquanto estiver aplicando o método, outras pessoas devem ocupar-se deles.
- 4- Procure abrir e examinar a boca da vítima ao ser iniciada a respiração artificial, afim de retirar possíveis objetos estranhos (dentadura, palito, alimentos, etc.), examine também narinas e garganta. Desaperte punhos, cinto, colarinho, ou quaisquer peças de roupas que por acaso apertem o pescoço, peito e abdômen da vítima. Desenrole a língua caso esteja enrolada. Em caso de haver dificuldade em abrir a boca da vítima, não perca tempo, inicie o método imediatamente e deixe essa tarefa a cargo de outra pessoa.
- 5- Agasalhe a vítima, a fim de aquecê-la; outra pessoa deve cuidar dessa tarefa de modo a não prejudicar a aplicação da respiração artificial. Não

faça qualquer interrupção, por mais breve que seja, na aplicação da respiração artificial. Mesmo no caso de se tornar necessário o transporte da vítima a aplicação deve continuar.

6- O tempo de aplicação é indeterminado, podendo atingir 5 horas ou mais. Enquanto houver calor no corpo da vítima e esta não apresentar rigidez cadavérica há possibilidade de salvamento. O revezamento de pessoas, durante a aplicação deve ser feito de modo a não alterar o ritmo da respiração artificial.

7- Ao ter reinício a respiração natural, sintonize o ritmo da respiração artificial com a natural. Depois de recuperada a vítima, mantenha-a em repouso e agasalhada, não permitindo que se levante ou se sente, mesmo que para isso precise usar força. Não lhe dê bebida, a fim de evitar que se engasgue. Após a recuperação total da vítima, pode dar-lhe então café ou chá quente. Não aplique injeção alguma, até que a vítima respire normalmente.

8- Este procedimento aplica-se em qualquer caso de colapso respiratório, como no caso de pessoas intoxicadas por gases venenosos ou que sofram afogamentos.

B. Método da respiração artificial "boca a boca"

1. Deite a vítima de costas com os braços estendidos.
2. Restabeleça a respiração: coloque a mão na nuca do acidentado e a outra na testa, incline a cabeça da vítima para trás.
3. Com o polegar e o indicador aperte o nariz, para evitar a saída do ar.
4. Encha os pulmões de ar.
5. Cubra a boca da vítima com a sua boca, não deixando o ar sair.
6. Sopre até ver o peito se erguer.
7. Solte as narinas e afaste os seus lábios da boca da vítima para sair o ar.
8. Repita esta operação, na razão de 13 a 16 vezes por minuto.
9. Continue aplicando este método até que a vítima respire por si mesma.
10. Aplicada a respiração artificial pelo espaço aproximado de 1 minuto, sem que a vítima dê sinais de vida, poderá tratar-se de um caso de parada cardíaca.

C. Para verificar se houve parada cardíaca, existem 2 processos :

1. Pressione levemente com as pontas dos dedos indicador e médio a carótida, quase localizada no pescoço, junto ao pomo de Adão (gogó).
2. Levante a pálpebra de um dos olhos da vítima. Se a pupila (menina dos olhos) se contrair, é sinal que o coração está funcionando, caso contrário (se a pupila permanecer dilatada, isto é, sem reação), é sinal de que houve uma parada cardíaca.

D. Ocorrendo a Parada Cardíaca:

Deve se aplicar sem perda de tempo, a respiração artificial e a massagem cardíaca, conjugadas.

1. Esta massagem deve ser aplicada sobre o coração, que está localizado no centro do tórax entre o esterno e a coluna vertebral.
2. Colocar as 2 mãos sobrepostas na metade inferior do esterno.
3. Pressionar, com suficiente vigor, para fazer abaixar o centro do tórax, de 3 a 4 cm. Somente uma parte da mão deve fazer pressão, e os dedos devem ficar levantados do tórax.
4. Repetir a operação: 15 massagens cardíacas e 2 respirações artificiais, até a chegada de um médico.

VI. NORMAS DE SEGURANÇA NO LABORATÓRIO

VI.1 NÍVEIS DE RISCO

Em reunião do Conselho do Departamento de Engenharia Elétrica, foram estabelecidos 3 níveis de risco para cada disciplina do laboratório de ensino. A Tabela VI.1 apresenta esta classificação.

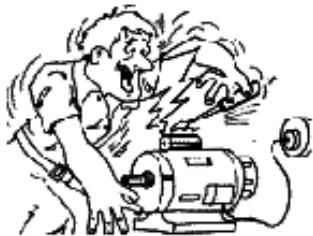


Tabela VI.1 – Níveis de risco no laboratório do DEE

Nível	Características
I	Risco máximo: tensão superior a 220V, corrente superior a 1A, grandes máquinas (Laboratórios de Materiais elétricos, Máquinas elétricas I e II, Conversão de Energia, Acionamento de máquinas);
II	Risco médio: Tensão entre 50V a 220V, corrente até 1A, pequenas máquinas (Laboratórios de Medidas elétricas, Circuitos elétricos II, Eletrotécnica, Eletrônica industrial);
III	Risco pequeno: tensões inferiores a 50V, pequenas correntes (até 1A) (Laboratórios de Eletrônica I, II e III, Circuitos digitais I e II, Instrumentação eletrônica I e II, Microprocessadores I e II, Processamento analógico de sinal, Princípios de comunicação).

VI.2 LABORATÓRIOS COM MÁQUINAS GIRANTES, TRANSFORMADORES E ACIONAMENTOS

A. Cuidados com circuitos de máquinas elétricas e de conversão de energia (Lab. Nível I):

A	Não altere as conexões das máquinas/transformadores e não solte ou conecte fios condutores das máquinas/transformadores ou dos instrumentos de medida quando os circuitos estiverem energizados, exceto sob instrução do professor ou técnico responsável. A abertura de um circuito indutivo pode provocar sobretensões de milhares de volts.
B	Em circuitos de elevada corrente elétrica, certifique-se os condutores e terminais são adequados e se os contatos elétricos estão bons.
C	O cabelo comprido deve ficar amarrado, para se evitar que o mesmo entre em contato com partes energizadas (o cabelo humano é condutor de eletricidade).

B. Cuidados com eixo mecânico (máquinas elétricas – Lab. Nível I):

A	Antes de ligar a máquina (no caso, a vazio), certifique-se de que o eixo está livre para executar o movimento de giro,
B	Antes de ligar a máquina (no caso, em carga), certifique-se de que a conexão mecânica esteja em condição segura (sem partes soltas, que poderão ser arremessadas devido à força centrífuga),

C	Qualquer tipo de improvisação no uso de suas ferramentas e dispositivos manuais, podem se tornar perigosos, se as mesmas forem utilizadas para outras finalidades diferentes daquelas a que se destinam. Por isso, certifique-se que está usando a ferramenta correta. Por exemplo, não use alicate como martelo ou como chave fixa, chave-de-fenda como alavanca, etc.
D	Mangas de camisa, correntes e outros objetos que podem prender-se aos eixos girantes devem ser motivo de atenção,
E	O cabelo comprido deve ficar amarrado, para se evitar que o mesmo fique preso em algum dispositivo em movimento, acarretando gravíssimos acidentes.
F	Nunca tente segurar eixo em rotação e cuidado com efeito estroboscópico (sensação de que eixo está parado devido à frequência da luminosidade),
G	Em equipe, o aluno responsável pela energização do circuito/motor deve alertar todos os companheiros, momentos antes em que pretenda energizá-lo.

C. Cuidados com circuitos de comandos e acionamento (Lab. Nível I):

A	Faça as conexões elétricas dos circuitos com o painel de alimentação desligado,
B	Para circuitos de comando, ao terminar, energize primeiro o circuito de comando e, com o circuito de força desligado, verifique se a lógica pretendida está de fato sendo executada,
C	Conexões com amperímetros e osciloscópio devem ser motivo de grande atenção,
D	Em equipe, o aluno responsável pela energização do circuito/motor deve alertar todos os companheiros momentos antes em que pretenda energizá-lo,
E	Todos os alunos da equipe devem conferir com muita atenção as conexões elétricas dos circuitos.

D. Vestimentas (Lab. Nível I):

A	Sempre deve-se comparecer calçado com sapato ou tênis (nunca descalço ou de chinelos),
----------	--

B	Dê preferência para utilizar camisas de mangas curtas,
C	Correntes ou objetos pendentes no pescoço ou no pulso devem ser evitados (ou motivo de maior cuidado).

E. Conduta pessoal (Todos os níveis):




A	A cortesia, o respeito e a colaboração aos colegas de trabalho, contribuem para o bom andamento do serviço e prevenção de acidentes. As brincadeiras, durante o trabalho, são muito perigosas, pois podem provocar acidentes graves. Além de brigas e discussões entre os colegas. Portanto, como regra geral, deve-se evitar qualquer tipo de brincadeira em sala de aula.
B	A organização das bancadas e das montagens dos circuitos é de grande importância na prevenção de acidentes.
C	Também não se deve ingerir bebidas alcoólicas, antes e durante a jornada de trabalho, pois altera os seus reflexos, predispondo-o a acidentes.



VI.3 Proteção contra Incêndio

O fogo sempre começa em pequenos focos. Diante deste fato, é importante que algumas regras básicas sejam observadas para evitar grandes catástrofes:

- Avise o técnico ou professor imediatamente;
- Procure impedir a propagação do fogo, combatendo as chamas no estágio inicial;
- Utilize o equipamento adequado de combate ao fogo;
- Não hesite em usar o extintor, seguindo as instruções que ele traz;
- Nunca utilize água ou espuma em material elétrico.

TIPOS DE EXTINTORES	ÁGUA GÁS (Ag)	ESPUMA (ES)	GÁS CARBÔNICO (CO ₂)	PÓ QUÍMICO SECO (PQS)
MATERIAL EM COMBUSTÃO				
SÓLIDOS COMUNS	SIM	SIM	SIM	SIM *
LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS	NÃO	SIM	SIM	SIM
EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	NÃO	NÃO	SIM	SIM

(*) SOMENTE NO ESTÁGIO INICIAL

Lembretes de Segurança:

- v Pense em segurança sempre que a tensão ultrapassar 12 V;
- v Não opere circuitos energizados;
- v Use sapatos com sola isolante (quando a eletricidade estática não for problema);
- v Em situações inevitáveis, use apenas uma mão ao operar em circuitos energizados (recomenda-se, novamente: não operar circuitos energizados);
- v Aprenda primeiros socorros;
- v Evite trabalhar sozinho;
- v Adquirar o hábito e a consciência de trabalhar com a máxima segurança em qualquer local onde se encontre;
- v Todas as regras de segurança devem ser lidas, entendidas e obedecidas;
- v Adquirar o hábito de ficar atento, para qualquer anormalidade que encontre em sala de aula;
- v Quando tiver qualquer dúvida sobre a execução do seu trabalho com segurança, procure o professor ou técnico de laboratório.

BIBLIOGRAFIA

- [1] NBR 5410, Norma regulamentadora: "Instalações Elétricas de Baixa Tensão", e NR-10, Norma regulamentadora: "Instalações e Serviços com Eletricidade", in <http://www.areaseg.com/nrindex/nr10.html>
- [2] Ramos, M.C.G., Segurança Elétrica Industrial, Apostila, Fac. Eng. Da Universidade de Mogi das Cruzes.
- [3] Berstein, T., Electrical Shock Hazards and Safety Standards, IEEE Transactions on Education, vol.34, no.3, pp.216-222, Aug. 1991.