



## **Conteúdo Programático:**

Apresentação da Norma NR 10

Introdução à Eletricidade

Energia Elétrica - Geração, Transmissão e Distribuição

Atividades de Manutenção e Inspeção na Geração, Transmissão e Distribuição

Riscos em Instalações e Serviços com Eletricidade - Choque Elétrico

Tipos de Choques Elétricos

Efeitos do Choque Elétrico - Contrações Musculares

Efeitos do Choque Elétrico - Queimaduras

Causas Determinantes de Choques Elétricos

Os Perigos do Arco Elétrico

Campos Eletromagnéticos

Outros Perigos e Riscos de Ambiente

Causas Diretas de Acidentes com Eletricidade

Causas Indiretas de Acidentes com Eletricidade

Medidas de Controle do Risco Elétrico - MCRE

MCRE - Desenergização

MCRE - Aterramento Funcional, de Proteção e Temporário (TN/TT/IT)

MCRE - Equipotencialização

MCRE - Seccionamento Automático da Alimentação

MCRE - Dispositivo de proteção a corrente diferencial-residual -DR

MCRE - Proteção por Extra baixa Tensão: SELV E PELV

MCRE - Barreiras e Invólucros

MCRE - Bloqueios e Impedimentos

MCRE - Isolamento

MCRE - Proteção por Colocação Fora de Alcance e Separação Elétrica

Equipamentos de Proteção Coletiva e Individual (EPC/EPI)

Primeiros Socorros em Caso de Acidente com Eletricidade

Documentação de Instalações Elétricas

Normas ABNT sobre Instalações Elétricas

Bibliografia/Links Recomendados

## **Apresentação da Norma NR 10**

A constante atualização da legislação brasileira referente à prevenção de acidentes do trabalho é uma das principais ferramentas à disposição de trabalhadores e empregadores para garantir ambientes de trabalho seguros e saudáveis.

A Convenção Coletiva de Segurança e Saúde no Trabalho do Setor Elétrico do Estado de São Paulo, aprovada após amplo debate e negociação entre representantes do Governo, Empresas e Trabalhadores, estabeleceu diretrizes para melhoria e modernização das atividades de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, visando prioritariamente valorizar a proteção do trabalhador diretamente em contato com instalações e serviços elétricos.

O novo texto da Norma Regulamentadora Nº 10, instituída originalmente pela Portaria 3214/1978 do Ministério do Trabalho, atual Ministério do Trabalho e Emprego, em vigor desde dezembro de 2004, reflete em grande parte as propostas emanadas do Grupo responsável pela implantação da citada Convenção.

A principal novidade estabelecida na Convenção Coletiva foi a criação de treinamento específico em aspectos de Engenharia de Segurança e Saúde no Trabalho, definindo tópicos e duração mínima, cujo teor foi reforçado no texto da NR 10.

Consulte a norma NR 10 direto no site do Ministério do Trabalho, clicando neste link:

[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D308E216601310641F67629F4/nr\\_10.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D308E216601310641F67629F4/nr_10.pdf)

Existe também um manual do próprio Ministério do Trabalho de auxílio na interpretação e aplicação da norma NR 10, veja neste link:[http://www3.mte.gov.br/seg\\_sau/manual\\_nr10.pdf](http://www3.mte.gov.br/seg_sau/manual_nr10.pdf)

## **Introdução à Eletricidade**

A eletricidade é a forma de energia mais utilizada na sociedade atual; a facilidade em ser transportada dos locais de geração para os pontos de consumo e sua transformação normalmente simples

em outros tipos de energia, como mecânica, luminosa, térmica, contribui em muito para o desenvolvimento industrial.

Com características adequadas à moderna economia, facilmente disponibilizada aos consumidores, a eletricidade sob certas circunstâncias, pode comprometer a segurança e a saúde das pessoas.

A eletricidade não é vista, é um fenômeno que escapa aos nossos sentidos, só se percebem suas manifestações exteriores, como a iluminação, sistemas de calefação, entre outros.

Em consequência dessa invisibilidade, a pessoa é, muitas vezes, exposta a situações de risco ignoradas ou mesmo subestimadas. Não se trata simplesmente de atividades de treinamento, mas desenvolvimento de capacidades especiais que o habilitem a analisar o contexto da função e aplicar a melhor técnica de execução em função das características de local, de ambiente e do próprio processo de trabalho. O objetivo deste curso básico é permitir ao aluno o conhecimento básico dos riscos a que se expõe uma pessoa que trabalha com instalações ou equipamentos elétricos, incentivar o desenvolvimento de um espírito crítico que lhe permita medir tais riscos e apresentar de forma abrangente sistemas de proteção coletiva e individual, que deverão ser utilizados na execução de suas atividades. Desta forma, portanto, o treinamento dirigido à prevenção de acidentes em nenhuma hipótese vai substituir treinamentos voltados à execução de tarefas específicas dos eletricitistas, permitindo, isto sim, ampliar a visão do trabalhador para garantir sua segurança e saúde.

Neste curso básico, serão apresentados de forma sucinta, entre outros, os conceitos básicos da eletricidade, o comportamento do corpo humano quando é exposto a uma corrente elétrica, as diversas formas de interação e possíveis lesões nos pontos de contato e no interior do organismo, bem como informações sobre primeiros socorros e atendimento em emergências.

A passagem de corrente elétrica, em função do efeito (Joule), é fonte de calor que, nas proximidades de material combustível na presença do ar, pode gerar um princípio de incêndio, e informações gerais sobre o assunto devem ser abordadas, sempre visando melhor preparar o trabalhador para analisar os possíveis riscos da sua atividade.

Os trabalhos nas áreas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica apresentam riscos diferenciados em relação ao consumidor final, e um conhecimento geral das diversas metodologias de análise de riscos é fundamental para permitir a esperada avaliação crítica das condições de trabalho, sem a qual é praticamente impossível garantir a aplicação dos meios de controle colocados à disposição dos trabalhadores.

A Segurança é um DEVER de Todos. Destacam-se que o ferramental, EPI's, EPC's, componentes para sinalização e outros citados neste trabalho são apenas alguns dos materiais/ferramentas necessárias para a execução das atividades, bem como, os exemplos de passo a passo ou procedimentos de trabalho, análise preliminar de risco e seus controles exemplificados são orientativos e não representam a única forma para a realização das atividades com eletricidade, devendo cada empresa ou entidade educacional validá-los e adapta-los de acordo com suas particularidades.

**A Eletricidade mata.** Esta é uma forma bastante brusca, porém verdadeira, de iniciarmos o estudo sobre segurança em eletricidade. Sempre que trabalhar com equipamentos elétricos, ferramentas manuais ou com instalações elétricas, você estará exposto aos riscos da eletricidade. E isso ocorre no trabalho, em casa, e em qualquer outro lugar. Você está cercado por redes elétricas em todos os lugares; aliás, todos nós estamos. É claro que no trabalho os riscos são bem maiores. É no trabalho que existe uma grande concentração de máquinas, motores, painéis, quadros de distribuição, subestações transformadoras e, em alguns casos, redes aéreas e subterrâneas expostas ao tempo. Para completar, mesmo os que não trabalham diretamente com os circuitos também se expõem aos efeitos nocivos da eletricidade ao utilizar ferramentas elétricas manuais, ou ao executar tarefas simples como desligar ou ligar circuitos e equipamentos, se os dispositivos de acionamento e proteção não estiverem adequadamente projetados e mantidos.

Embora todos nós estejamos sujeitos aos riscos da eletricidade, se você trabalha diretamente com equipamentos e instalações elétricas ou próximo delas, tenha cuidado. O contato com partes energizadas da instalação pode fazer com que a corrente elétrica passe pelo seu corpo, e o resultado são o choque elétrico e as queimaduras externas e internas. As conseqüências dos acidentes

com eletricidade são muito graves, provocam lesões físicas e traumas psicológicos, e em muitas vezes são fatais. Isso sem falar nos incêndios originados por falhas ou desgaste das instalações elétricas. Talvez pelo fato de a eletricidade estar tão presente em sua vida, nem sempre você dá a ela o tratamento necessário. Como resultado, os acidentes com eletricidade ainda são muito comuns mesmo entre profissionais qualificados.

No Brasil, ainda não temos muitas estatísticas específicas sobre acidentes cuja causa está relacionada com a eletricidade. Entretanto, é bom conhecer alguns números a esse respeito. No Brasil, se considerarmos apenas o Setor Elétrico, assim chamado aquele que reúne as empresas que atuam em geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, temos alguns números que chamam a atenção.

Em 2002, ocorreram 86 acidentes fatais nesse setor, incluídos aqueles com empregados das empreiteiras. A esse número, entretanto, somam-se 330 mortes que ocorreram nesse mesmo ano com membros da população que, de diferentes formas, tiveram contato com as instalações pertencentes ao Setor Elétrico. Como exemplo desses contatos fatais, há os casos que ocorreram em obras de construção civil, contatos com cabos energizados, ligações clandestinas, instalações de antenas de TV, entre tantas outras causas. Um relatório completo é divulgado anualmente pela Fundação COGE.

Para completar, entre 1.736 acidentes do trabalho analisados pelo Sistema Federal de Inspeção do Trabalho, no ano de 2003, a exposição à corrente elétrica encontra-se entre os primeiros fatores de morbidade/mortalidade, correspondendo a 7,84% dos acidentes analisados. Os principais riscos também serão apresentados neste curso e você irá aprender a reconhecê-los e a adotar procedimentos e medidas de controle, previstos na legislação e nas normas técnicas, para evitar acidentes. Da sua preparação, estudo e disciplina vão depender a segurança e a vida de muitas outras pessoas, incluindo você. Pense nisso!

### **AVISO !!**

Gostaríamos também, lhe deixar ciente que, este curso irá apresentar diversos exemplos de imagens com acidentes com a eletricidade, **são imagens de forte impacto**, para demonstrar a importância da prudência e o uso correto tanto das normas de

segurança, em especial a NR 10 que este curso visa ensinar, como também o correto uso dos equipamentos de segurança individual (EPI).

## **Energia Elétrica - Geração, Transmissão e Distribuição**

No Brasil a energia elétrica que alimenta as indústrias, comércio e nossos lares é gerada principalmente em usinas hidrelétricas, onde a passagem da água por turbinas geradoras transformam a energia mecânica, originada pela força d'água, em energia elétrica. 80% da energia elétrica é produzida a partir de hidrelétricas, 11% por termoeletricas e o restante por outros processos como Usinas Nucleares e Aeólica.

A partir da usina a energia é transformada, em subestações elétricas, e elevada a níveis de tensão (69/88/138/240/440 kV) e transportada em corrente alternada (60 Hertz) através de cabos elétricos, até as subestações rebaixadoras, delimitando a fase de Transmissão.

Já na fase de Distribuição (11,9 / 13,8 / 23 kV), nas proximidades dos centros de consumo, a energia elétrica é convertida nas subestações, com seu nível de tensão rebaixado e sua qualidade controlada, sendo transportada por redes elétricas aéreas ou subterrâneas, constituídas por estruturas (postes, torres, dutos subterrâneos e seus acessórios), cabos elétricos e transformadores para novos rebaixamentos (110 / 127 / 220 / 380 V), e finalmente entregue aos clientes industriais, comerciais, de serviços e residenciais em níveis de tensão variáveis, de acordo com a capacidade de consumo instalada de cada cliente.



Quando falamos em setor elétrico, referimo-nos normalmente ao Sistema Elétrico de Potência (SEP), definido como o conjunto de todas as instalações e equipamentos destinados à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica até a medição inclusive.

Com o objetivo de uniformizar o entendimento é importante informar que o SEP trabalha com vários níveis de tensão, classificadas em alta e baixa tensão e normalmente com corrente elétrica alternada (60 Hz).

Conforme definição dada pela ABNT através das NBR (Normas Brasileiras Regulamentadoras), considera-se baixa tensão, a tensão superior a 50 volts em corrente alternada ou 120 volts em corrente contínua e igual ou inferior a 1000 volts em corrente alternada ou 1500 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra. Da mesma forma considera-se alta tensão, a tensão superior a 1000 volts em corrente alternada ou 1500 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra.

## **Atividades de Manutenção e Inspeção na Geração, Transmissão e Distribuição**

### **Atividades de manutenção nas unidades geradoras (Hidrelétricas, Termelétricas, etc)**

São atividades de intervenção realizadas nas unidades geradoras, para restabelecer ou manter suas condições adequadas de funcionamento.

Essas atividades são realizadas nas salas de máquinas, salas de comando, junto a painéis elétricos energizados ou não, junto a barramentos elétricos, instalações de serviço auxiliar, tais como: transformadores de potencial, de corrente, de aterramento, banco de baterias, retificadores, geradores de emergência, etc. Os riscos na fase de geração (turbinas/geradores) de energia elétrica são similares e comuns a todos os sistemas de produção de energia e estão presentes em diversas atividades, destacando:

- Instalação e manutenção de equipamentos e maquinários (turbinas, geradores, transformadores, disjuntores, capacitores, chaves, sistemas de medição, etc.);
- Manutenção das instalações industriais após a geração;
- Operação de painéis de controle elétrico;
- Acompanhamento e supervisão dos processos;
- Transformação e elevação da energia elétrica;
- Processos de medição da energia elétrica.

As atividades características da geração se encerram nos sistemas de medição da energia usualmente em tensões de 138 a 500 kV, interface com a transmissão de energia elétrica.

**Transmissão de Energia Elétrica:** basicamente está constituída por linhas de condutores destinados a transportar a energia elétrica desde a fase de geração até a fase de distribuição, abrangendo processos de elevação e rebaixamento de tensão elétrica, realizados em subestações próximas aos centros de consumo. Essa energia é transmitida em corrente alternada (60 Hz) em elevadas tensões (138 a 500 kV). Os elevados potenciais de transmissão se justificam para evitar as perdas por aquecimento e redução no custo de condutores e métodos de transmissão da energia, com o emprego de cabos com menor bitola ao longo das

imensas extensões a serem transpostas, que ligam os geradores aos centros consumidores.

### **Atividades de Inspeção de Linhas de Transmissão**

Neste processo são verificados: o estado da estrutura e seus elementos, a altura dos cabos elétricos, condições da faixa de servidão e a área ao longo da extensão da linha de domínio.

As inspeções são realizadas periodicamente por terra ou por helicóptero.

### **Manutenção de Linhas de Transmissão:**

- Substituição e manutenção de isoladores (dispositivo constituído de uma série de discos, cujo objetivo é isolar a energia elétrica da estrutura);
- Limpeza de isoladores;
- Substituição de elementos pára-raios;
- Substituição e manutenção de elementos das torres e estruturas;
- Manutenção dos elementos sinalizadores dos cabos;
- Desmatamento e limpeza de faixa de servidão, etc.

### **Construção de Linhas de Transmissão:**

- Desenvolvimento em campo de estudos de viabilidade, relatórios de impacto do meio ambiente e projetos;
- Desmatamentos e desflorestamentos;
- Escavações e fundações civis;
- Montagem das estruturas metálicas;
- Distribuição e posicionamento de bobinas em campo;
- Lançamento de cabos (condutores elétricos);
- Instalação de acessórios (isoladores, pára-raios);
- Tensionamento e fixação de cabos;
- Ensaio e testes elétricos. Salientamos que essas atividades de construção são sempre realizadas com os circuitos desenergizados, via de regra, destinadas à ampliação ou em substituição a linhas já existentes, que normalmente estão energizadas. Dessa forma é muito importante a adoção de procedimentos e medidas adequadas de segurança, tais como: seccionamento, aterramento elétrico, equipotencialização de todos os equipamentos e cabos, dentre

outros que assegurem a execução do serviço com a linha desenergizada (energizada).

### **Comercialização de energia**

Grandes clientes abastecidos por tensão de 67 kV a 88 kV.

### **Distribuição de Energia Elétrica**

É o segmento do setor elétrico que compreende os potenciais após a transmissão, indo das subestações de distribuição entregando energia elétrica aos clientes.

A distribuição de energia elétrica aos clientes é realizada nos potenciais:

- Médios clientes abastecidos por tensão de 11,9 kV / 13,8 kV / 23 kV;
- Clientes residenciais, comerciais e industriais até a potência de 75 kVA (o abastecimento de energia é realizado no potencial de 110, 127, 220 e 380 Volts);
- Distribuição subterrânea no potencial de 24 kV.

A distribuição de energia elétrica possui diversas etapas de trabalho, conforme descrição abaixo:

- Recebimento e medição de energia elétrica nas subestações;
- Rebaixamento ao potencial de distribuição da energia elétrica;
- Construção de redes de distribuição;
- Construção de estruturas e obras civis;
- Montagens de subestações de distribuição;
- Montagens de transformadores e acessórios em estruturas nas redes de distribuição;
- Manutenção das redes de distribuição aérea;
- Manutenção das redes de distribuição subterrânea;
- Poda de árvores;
- Montagem de cabinas primárias de transformação;
- Limpeza e desmatamento das faixas de servidão;
- Medição do consumo de energia elétrica;
- Operação dos centros de controle e supervisão da distribuição.

Na história do setor elétrico o entendimento dos trabalhos executados em linha viva estão associados às atividades realizadas na rede de alta tensão energizada pelos métodos: *ao contato*, *ao potencial* e *à distância* e deverão ser executados por profissionais capacitados especificamente em curso de linha viva.

### **Manutenção com a linha desenergizada (linha morta)**

Todas as atividades envolvendo manutenção no setor elétrico devem priorizar os trabalhos com circuitos desenergizados. Apesar de desenergizadas devem obedecer a procedimentos e medidas de segurança adequados.

Somente serão consideradas desenergizadas as instalações elétricas liberadas para serviços mediante os procedimentos apropriados: seccionamento, impedimento de reenergização, constatação da ausência de tensão, instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos, proteção dos elementos energizados existentes, instalação da sinalização de impedimento de energização.

### **Manutenção com a linha energizada (linha viva)**

Esta atividade deve ser realizada mediante a adoção de procedimentos e metodologias que garantam a segurança dos trabalhadores. Nesta condição de trabalho as atividades devem ser realizadas mediante os métodos abaixo descritos:

**Método ao contato:** o trabalhador tem contato com a rede energizada, mas não fica no mesmo potencial da rede elétrica, pois está devidamente isolado desta, utilizando equipamentos de proteção individual e equipamentos de proteção coletiva adequados a tensão da rede.

**Método ao potencial:** é o método onde o trabalhador fica em contato direto com a tensão da rede, no mesmo potencial. Nesse método é necessário o emprego de medidas de segurança que garantam o mesmo potencial elétrico no corpo inteiro do trabalhador, devendo ser utilizado conjunto de vestimenta condutiva (roupas, capuzes, luvas e botas), ligadas através de cabo condutor elétrico e cinto à rede objeto da atividade.

**Método à distância:** é o método onde o trabalhador interage com a parte energizada a uma distância segura, através do emprego de procedimentos, estruturas, equipamentos, ferramentas e dispositivos isolantes apropriados.

## Riscos em Instalações e Serviços com Eletricidade - Choque Elétrico

Hoje em dia, com o domínio da ciência da eletricidade, o ser humano usufrui de todos os seus benefícios. Construídas as primeiras redes de energia elétrica, tivemos vários benefícios, mas apareceram também vários problemas de ordem operacional, sendo o mais grave o choque elétrico.

Atualmente os condutores energizados perfazem milhões de quilômetros, portanto, aleatoriamente o defeito (ruptura ou fissura da isolação) aparecerá em algum lugar, produzindo um potencial de risco ao choque elétrico. Como a população atual da Terra é enorme, sempre haverá alguém perto do defeito, e o acidente será inevitável. Portanto, a compreensão do mecanismo do efeito da corrente elétrica no corpo humano é fundamental para a efetiva prevenção e combate aos riscos provenientes do choque elétrico.

Em termos de riscos fatais, o choque elétrico, de um modo geral, pode ser analisado sob dois aspectos:

- **Correntes de choques de baixa intensidade**, provenientes de acidentes com baixa tensão, sendo o efeito mais grave a considerar as paradas cardíacas e respiratórias;

- **Correntes de choques de alta intensidade**, provenientes de acidentes com alta-tensão, sendo o efeito térmico o mais grave, isto é, queimaduras externas e internas no corpo humano.

O choque elétrico é um estímulo rápido no corpo humano, ocasionado pela passagem da corrente elétrica. Essa corrente circulará pelo corpo onde ele tornar-se parte do circuito elétrico, onde há uma diferença de potencial suficiente para vencer a resistência elétrica oferecida pelo corpo.

Embora tenhamos dito, no parágrafo acima, que o circuito elétrico deva apresentar uma diferença de potencial capaz de vencer a resistência elétrica oferecida pelo corpo humano, o que determina a gravidade do choque elétrico é a intensidade da corrente circulante pelo corpo. O caminho percorrido pela corrente elétrica no corpo humano é outro fator que determina a gravidade do choque, sendo os choques elétricos de maior gravidade aqueles em que a corrente elétrica passa pelo coração.

Explicando ainda mais a fundo o choque elétrico é a perturbação de natureza e efeitos diversos que se manifesta no organismo humano quando este é percorrido por uma corrente elétrica. Os efeitos do choque elétrico variam e dependem de:

- percurso da corrente elétrica pelo corpo humano;
- intensidade da corrente elétrica;
- tempo de duração;
- área de contato;
- frequência da corrente elétrica;
- tensão elétrica;
- condições da pele do indivíduo;
- constituição física do indivíduo;
- estado de saúde do indivíduo.

## Tipos de Choques Elétricos

O corpo humano, mais precisamente sua resistência orgânica à passagem da corrente, é uma impedância elétrica composta por uma resistência elétrica, associada a um componente com comportamento levemente capacitivo. Assim, o choque elétrico pode ser dividido em duas categorias:

**1ª - Choque Estático:** é obtido pela descarga de um capacitor ou devido à descarga eletrostática.



Descarga estática: é o efeito capacitivo presente nos mais diferentes materiais e equipamentos com os quais o homem convive. Um exemplo típico é o que acontece em veículos que se movem em climas secos. Com o movimento, o atrito com o ar gera cargas elétricas que se acumulam ao longo da estrutura externa do veículo. Portanto, entre o veículo e o solo passa a existir uma diferença de potencial. Dependendo do acúmulo das cargas, poderá

haver o perigo de faiscamentos ou de choque elétrico no instante em que uma pessoa desce ou toca no veículo.

**2ª - Choque Dinâmico:** é o que ocorre quando se faz contato com um elemento energizado. Este choque se dá devido ao:

- toque accidental na parte viva do condutor;
- toque em partes condutoras próximas aos equipamentos e instalações, que ficaram energizadas accidentalmente por defeito, fissura ou rachadura na isolação.

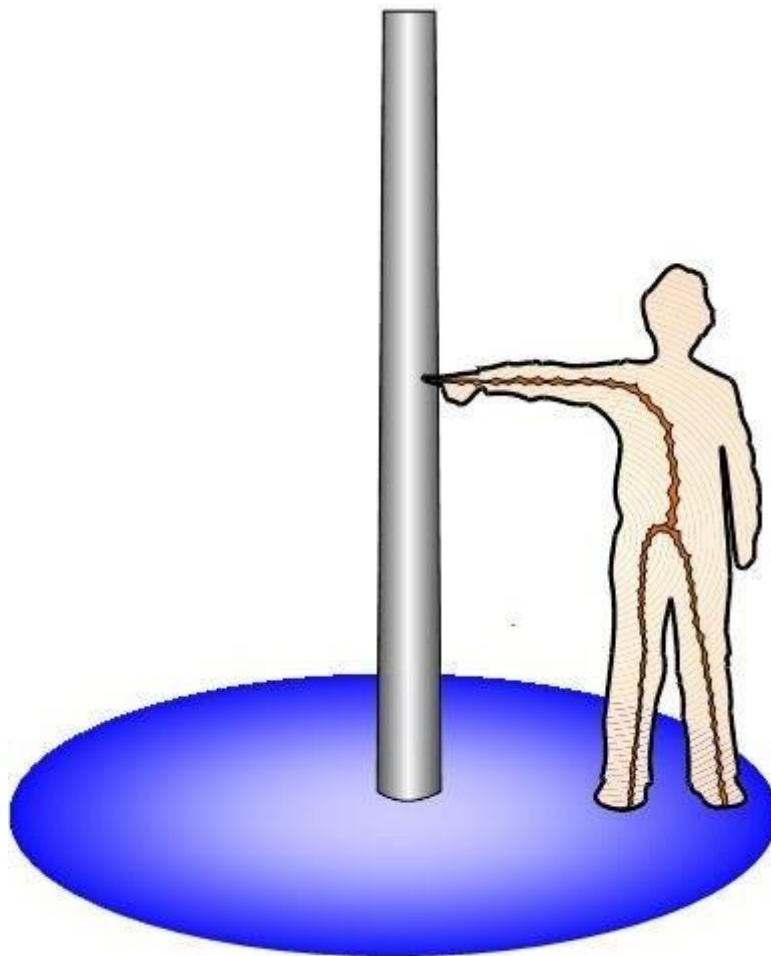
Este tipo de choque é o mais perigoso, porque a rede de energia elétrica mantém a pessoa energizada, ou seja, a corrente de choque persiste continuamente. O corpo humano é um organismo resistente, que suporta bem o choque elétrico nos primeiros instantes, mas com a manutenção da corrente passando pelo corpo, os órgãos internos vão sofrendo conseqüências.

Isto se dá pelo fato de o choque elétrico produzir diversos efeitos no corpo humano, tais como:

- elevação da temperatura dos órgãos devido ao aquecimento produzido pela corrente de choque;
- tetanização (rigidez) dos músculos;
- superposição da corrente do choque com as correntes neurotransmissoras que comandam o organismo humano, criando uma pane geral;
- comprometimento do coração, quanto ao ritmo de batimento cardíaco e à possibilidade de fibrilação ventricular;
- efeito de eletrólise, mudando a qualidade do sangue;
- comprometimento da respiração;
- prolapso, isto é, deslocamento dos músculos e órgãos internos da sua devida posição;
- comprometimento de outros órgãos, como rins, cérebro, vasos, órgãos genitais e reprodutores.

Muitos órgãos aparentemente sadios só vão apresentar sintomas devido aos efeitos da corrente de choque muitos dias ou meses depois, apresentando sequelas, que muitas vezes não são relacionadas ao choque em virtude do espaço de tempo decorrido desde o acidente. Os choques dinâmicos podem ser causados pela tensão de toque ou pela tensão de passo.

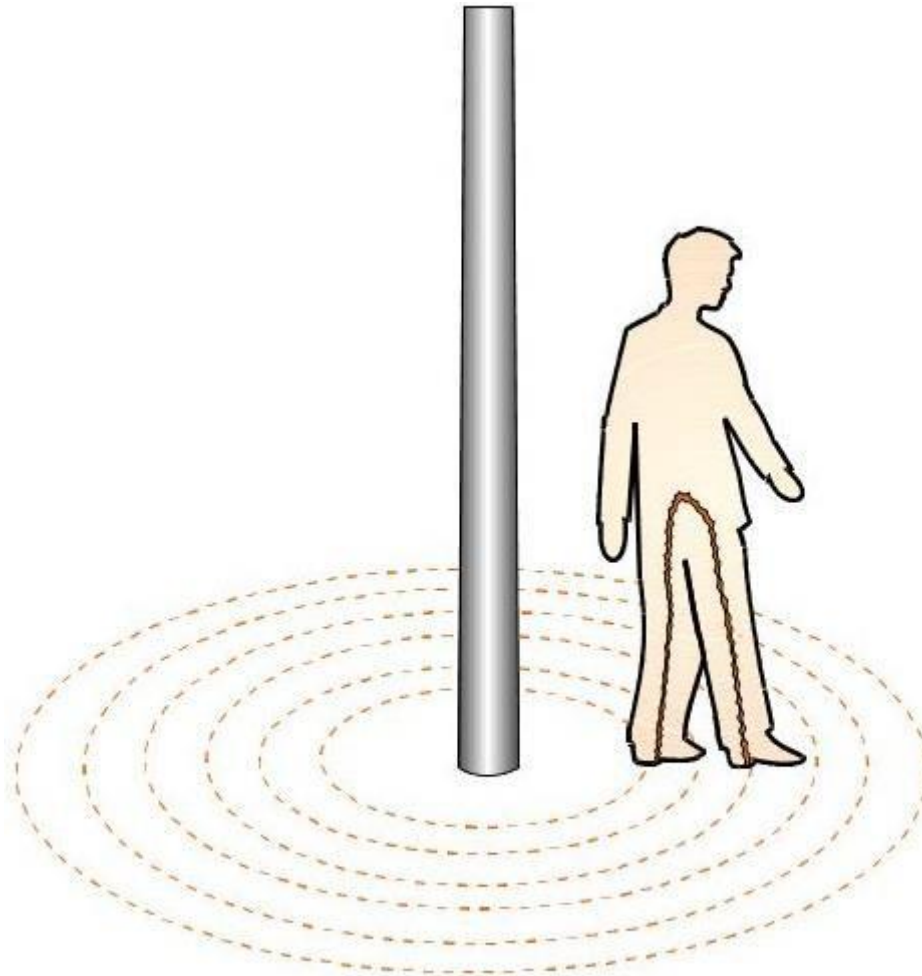
**Tensão de toque:** é a tensão elétrica existente entre os membros superiores e inferiores do indivíduo, devido a um choque dinâmico.



## TENSÃO DE TOQUE

Exemplo de um defeito de ruptura na cadeia de isoladores de uma torre de transmissão (tensão de toque): O cabo condutor ao tocar na parte metálica da torre produz um curto-circuito do tipo monofásico à terra. A corrente de curto-circuito passará pela torre, entrará na terra e percorrerá o solo até atingir a malha da subestação, retornando pelo cabo da linha de transmissão até o local do curto. No solo, a corrente de curto circuito gerará potenciais distintos desde o "pé" da torre até uma distância remota. Uma pessoa tocando na torre no momento do curto-circuito ficará submetida a um choque proveniente da tensão de toque. Entre a palma da mão e o pé haverá uma diferença de potencial chamada de tensão de toque.

**Tensão de Passo:** é a tensão elétrica entre os dois pés no instante da operação ou defeito tipo curto circuito monofásico à terra no equipamento.



## TENSÃO DE PASSO

No caso da torre de transmissão, a pessoa receberá entre os dois pés a tensão de passo. Nos projetos de aterramento considera-se a distância entre os dois pés de 1 metro. Observe que as tensões geradas no solo pelo curto-circuito criam superfícies equipotenciais. Se a pessoa estiver com os dois pés na mesma superfície de potencial, a tensão de passo será nula, não havendo choque elétrico. A tensão de passo poderá assumir uma gama de valores que vai de zero até a máxima diferença entre duas superfícies equipotenciais separadas de 1 metro. Um agravante é que a corrente de choque devido à tensão de passo contrai os músculos da perna e coxa, fazendo a pessoa cair e, ao tocar no solo com as mãos, a tensão se transforma em tensão de toque no solo. Nesse caso, o perigo é maior, porque o coração está contido no percurso da corrente de choque. No gado, a tensão de passo se transforma

em tensão entre patas. Essa tensão é maior que a tensão de passo do homem, com o agravamento de que no gado a corrente de choque passa pelo coração.

## **Efeitos do Choque Elétrico - Contrações Musculares**

O choque elétrico pode ocasionar contrações violentas dos músculos, a fibrilação ventricular do coração, lesões térmicas e não térmicas, podendo levar a óbito como efeito indireto as quedas e batidas, etc.

A morte por asfixia ocorrerá, se a intensidade da corrente elétrica for de valor elevado, normalmente acima de 30 mA e circular por um período de tempo relativamente pequeno, normalmente por alguns minutos. Daí a necessidade de uma ação rápida, no sentido de interromper a passagem da corrente elétrica pelo corpo. A morte por asfixia advém do fato do diafragma da respiração se contrair tetanicamente, cessando assim, a respiração. Se não for aplicada a respiração artificial dentro de um intervalo de tempo inferior a três minutos, ocorrerá sérias lesões cerebrais e possível morte.

A fibrilação ventricular do coração ocorrerá se houver intensidades de corrente da ordem de 15mA que circulem por períodos de tempo superiores a um quarto de segundo. A fibrilação ventricular é a contração desritmada do coração que, não possibilitando desta forma a circulação do sangue pelo corpo, resulta na falta de oxigênio nos tecidos do corpo e no cérebro. O coração raramente se recupera por si só da fibrilação ventricular. No entanto, se aplicarmos um *desfibrilador*, a fibrilação pode ser interrompida e o ritmo normal do coração pode ser restabelecido. Não possuindo tal aparelho, a aplicação da massagem cardíaca permitirá que o sangue circule pelo corpo, dando tempo para que se providencie o desfibrilador, na ausência do desfibrilador deve ser aplicada a técnica de massagem cardíaca até que a vítima receba socorro especializado.

Além da ocorrência destes efeitos, podemos ter queimaduras tanto superficiais, na pele, como profundas, inclusive nos órgãos internos.

Por último, o choque elétrico poderá causar simples contrações musculares que, muito embora não acarretem de uma forma direta lesões, fatais ou não, como vimos nos parágrafos anteriores,

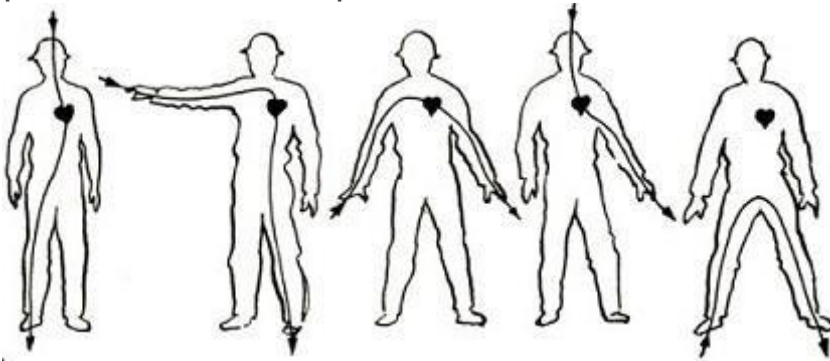
poderão originá-las, contudo, de uma maneira indireta: a contração do músculo poderá levar a pessoa a, involuntariamente, chocar-se com alguma superfície, sofrendo, assim, contusões, ou mesmo, uma queda, quando a vítima estiver em local elevado. Uma grande parcela dos acidentes por choque elétrico conduz a lesões provenientes de batidas e quedas.

### **Fatores determinantes da gravidade**

Analisaremos, a seguir, os seguintes fatores que determinam a gravidade do choque elétrico:

- percurso da corrente elétrica;
- características da corrente elétrica;
- resistência elétrica do corpo humano.

**Percurso da corrente elétrica:** tem grande influência na gravidade do choque elétrico o percurso seguido pela corrente no corpo. A figura abaixo demonstra os caminhos que podem ser percorridos pela corrente no corpo humano.



**Características da corrente elétrica:** outros fatores que determinam a gravidade do choque elétrico são as características da corrente elétrica. Nos parágrafos anteriores vimos que a intensidade da corrente era um fator determinante na gravidade da lesão por choque elétrico; no entanto, observa-se que, para a Corrente Contínua (CC), as intensidades da corrente deverão ser mais elevadas para ocasionar as sensações do choque elétrico, a fibrilação ventricular e a morte. No caso da fibrilação ventricular, esta só ocorrerá se a corrente contínua for aplicada durante um instante curto e específico do ciclo cardíaco. As correntes alternadas de frequência entre 20 e 100 Hertz são as que oferecem maior risco. Especificamente as de 60 Hertz, usadas nos sistemas

de fornecimento de energia elétrica, são especialmente perigosas, uma vez que elas se situam próximas à frequência na qual a possibilidade de ocorrência da fibrilação ventricular é maior. Ocorrem também diferenças nos valores da intensidade da corrente para uma determinada sensação do choque elétrico, se a vítima for do sexo feminino ou masculino. A tabela abaixo ilustra o que acabamos de

Diferenças de sensações para pessoas do sexo feminino e masculino:

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

**Resistência elétrica do corpo humano:** a intensidade da corrente que circulará pelo corpo da vítima dependerá, em muito, da resistência elétrica que esta oferecer à passagem da corrente, e também de qualquer outra resistência adicional entre a vítima e a terra. A resistência que o corpo humano oferece à passagem da corrente é quase que exclusivamente devida à camada externa da pele, a qual é constituída de células mortas. Esta resistência está situada entre 100.000 e 600.000 ohms, quando a pele encontra-se seca e não apresenta cortes, e a variação apresentada é função da sua espessura. Quando a pele encontra-se úmida, condição mais facilmente encontrada na prática, a resistência elétrica do corpo diminui. Cortes também oferecem uma baixa resistência. Pelo mesmo motivo, ambientes que contenham muita umidade fazem com que a pele não ofereça uma elevada resistência elétrica à passagem da corrente. A pele seca, relativamente difícil de ser encontrada durante a execução do trabalho, oferece maior resistência a passagem da corrente 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 300 ohms em média e apresentando um valor máximo de 500 ohms. 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:

$$\text{Quando Seca; } I = \frac{120V}{400.000\Omega} = 0,3mA$$

$$\text{Quando Molhada; } I = \frac{120V}{15.000\Omega} = 8mA$$

## Efeitos do Choque Elétrico – Queimaduras

A corrente elétrica atinge o organismo através do revestimento cutâneo. Por esse motivo, as vítimas de acidente com eletricidade apresentam, na maioria dos casos queimaduras.

Devido à alta resistência da pele, a passagem de corrente elétrica produz alterações estruturais conhecidas como *marcas de corrente*. As características, portanto, das queimaduras provocadas pela eletricidade, diferem daquelas causadas por efeitos químicos, térmicos e biológicos.

Em relação às **queimaduras por efeito térmico**, aquelas causadas pela eletricidade são geralmente menos dolorosas, pois a passagem da corrente poderá destruir as terminações nervosas. Não significa, porém que sejam menos perigosas, pois elas tendem a progredir em profundidade, mesmo depois de desfeito o contato elétrico ou a descarga.

A passagem de corrente elétrica através de um condutor cria o chamado efeito joule, ou seja, uma certa quantidade de energia elétrica é transformada em calor. Essa energia (Watts) varia de acordo com a resistência que o corpo oferece à passagem da corrente elétrica, com a intensidade da corrente elétrica e com o tempo de exposição, podendo ser calculada pela expressão:

$$W = R \times I^2 \times t \quad (W = \int_{t_1}^{t_2} R \cdot I^2 dt \rightarrow \text{com } I \text{ constante})$$

onde: W-energia dissipada  
R -resistência  
I -intensidade da corrente  
t -tempo

É importante destacar que não há necessidade de contato direto da pessoa com partes energizadas. A passagem da corrente poderá

ser devida a uma descarga elétrica em caso de proximidade do indivíduo com partes eletricamente carregadas. A eletricidade pode produzir queimaduras por diversas formas, o que resulta na seguinte classificação;

- queimaduras por contato;
- queimaduras por arco voltaico;
- queimaduras por radiação (em arcos produzidos por curtos-circuitos);
- queimaduras por vapor metálico.

**Queimaduras por contato:** quando se toca uma superfície condutora energizada, as queimaduras podem ser locais e profundas atingindo até a parte óssea, ou por outro lado muito pequenas, deixando apenas uma pequena mancha branca na pele. Em caso de sobrevir à morte, esse último caso é bastante importante, e deve ser verificado no exame necrológico, para possibilitar a reconstrução, mais exata possível, do caminho percorrido pela corrente.

**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. O arco elétrico possui energia suficiente para queimar as roupas e provocar incêndios, emitindo vapores de material ionizado e raios ultravioletas.

**Queimaduras por vapor metálico:** 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.

### **Relação dos Sintomas e Efeitos da Queimadura Devido ao Choque Elétrico**

Como já vimos acima, quando uma corrente elétrica passa através de uma resistência elétrica é liberada uma energia térmica. Este fenômeno é denominado Efeito Joule. O calor liberado aumenta a temperatura da parte atingida do corpo humano, podendo produzir vários efeitos e sintomas, que podem ser:

- queimaduras de 1º, 2º ou 3º graus nos músculos do corpo;
- superaquecimento do sangue, com a sua conseqüente dilatação;
- aquecimento, podendo provocar o derretimento dos ossos e cartilagens;
- queima das terminações nervosas e sensoriais da região atingida;
- queima das camadas adiposas ao longo da derme, tornando-se gelatinosas.

Estas condições citadas não acontecem isoladamente, mas sim associadas, advindo, em conseqüência, outras causas e efeitos nos demais órgãos.

O choque de alta-tensão queima, danifica, fazendo buracos na pele nos pontos de entrada e saída da corrente pelo corpo humano. As vítimas do choque de alta-tensão morrem devido, principalmente, a queimaduras. E as que sobrevivem ficam com sequelas, geralmente com:

- perda de massa muscular;
- perda parcial de ossos;
- diminuição e atrofia muscular;
- perda da coordenação motora;
- cicatrizes; etc.

Choques elétricos em baixa tensão têm pouco poder térmico. O problema maior é o tempo de duração, que, se persistir, pode levar à morte, geralmente por fibrilação ventricular do coração. A queimadura também é provocada de modo indireto, isto é, devido ao mau contato ou a falhas internas no aparelho elétrico. Neste caso, a corrente provoca aquecimentos internos, elevando a temperatura a níveis perigosos.

Veja a seguir (*imagem de forte impacto*), uma queimadura originária do choque com a alta tensão que resultou na amputação pela queima do braço.



### **Proteção Contra Efeitos Térmicos**

As pessoas, os componentes fixos de uma instalação elétrica, bem como os materiais fixos próximos devem ser protegidos contra os efeitos prejudiciais do calor ou irradiação térmica produzidos pelos equipamentos elétricos, particularmente quanto a:

- riscos de queimaduras;
- prejuízos no funcionamento seguro de componentes da instalação;
- combustão ou deterioração de materiais.

### **Proteção Contra Queimaduras**

As partes acessíveis de equipamentos elétricos situados na zona de alcance normal não devem atingir temperaturas que possam causar queimaduras em pessoas e devem atender aos limites de temperaturas, ainda que por curtos períodos, determinados pela NBR14039 e devem ser protegidas contra qualquer contato acidental.

### **Causas Determinantes de Choques Elétricos**

A seguir serão especificados os meios através dos quais são criadas condições para que uma pessoa venha a sofrer um choque elétrico:

## **Contato com um condutor nu energizado**

Uma das causas mais comuns desses acidentes é o contato com condutores aéreos energizados. Normalmente o que ocorre é que equipamentos tais como guindastes, caminhões basculantes tocam nos condutores, tornando-se parte do circuito elétrico; ao serem tocados por uma pessoa localizada fora dos mesmos, ou mesmo pelo motorista, se este, ao sair do veículo, mantiver contato simultâneo com a terra e o mesmo, causam um acidente fatal. Com frequência, pessoas sofrem choque elétrico em circuitos com banca de capacitores, os quais, embora desligados do circuito que os alimenta, conservam por determinado intervalo de tempo sua carga elétrica. Daí a importância de se seguir as normativas referentes a estes dispositivos. Grande cuidado deve ser observado, ao desligar-se o primário de transformadores, nos quais se pretende executar algum serviço. O risco que se corre é que do lado do secundário pode ter sido ligado algum aparelho, o que poderá induzir no primário uma tensão elevadíssima. Daí a importância de, ao se desligarem os condutores do primário de um transformador, estes serem aterrados.

## **Falha na isolamento elétrica**

Os condutores quer sejam empregados isoladamente, como nas instalações elétricas, quer como partes de equipamentos, são usualmente recobertos por uma película isolante. No entanto, a deterioração por agentes agressivos, o envelhecimento natural ou forçado ou mesmo o uso inadequado do equipamento podem comprometer a eficácia da película, como isolante elétrico.

Veremos, a seguir, os vários meios pelos quais o isolamento elétrico pode ficar comprometido:

**Calor e Temperaturas Elevadas:** a circulação da corrente em um condutor sempre gera calor e, por conseguinte, aumento da temperatura do mesmo. Este aumento pode causar a ruptura de alguns polímeros, de que são feitos alguns materiais isolantes, dos condutores elétricos.

**Umidade:** alguns materiais isolantes que revestem condutores absorvem umidade, como é o caso do nylon. Isto faz com que a resistência isolante do material diminua.

**Oxidação:** esta pode ser atribuída à presença de oxigênio, ozônio ou outros oxidantes na atmosfera. O ozônio torna-se um problema

especial em ambientes fechados, nos quais operem motores, geradores. Estes produzem em seu funcionamento arcos elétricos, que por sua vez geram o ozônio. O ozônio é o oxigênio em sua forma mais instável e reativa. Embora esteja presente na atmosfera em um grau muito menor do que o oxigênio, por suas características, ele cria muito maior dano ao isolamento do que aquele.

**Radiação:** as radiações ultravioleta têm a capacidade de degradar as propriedades do isolamento, especialmente de polímeros. Os processos fotoquímicos iniciados pela radiação solar provocam a ruptura de polímeros, tais como, o cloreto de vinila, a borracha sintética e natural, a partir dos quais o cloreto de hidrogênio é produzido. Esta substância causa, então, reações e rupturas adicionais, comprometendo, desta forma, as propriedades físicas e elétricas do isolamento.

**Produtos Químicos:** os materiais normalmente utilizados como isolantes elétricos degradam-se na presença de substâncias como ácidos, lubrificantes e sais.

**Desgaste Mecânico:** as grandes causas de danos mecânicos ao isolamento elétrico são as abrasões, as cortes, as flexões e torções do recobrimento dos condutores. O corte do isolamento dá-se quando o condutor é puxado através de uma superfície cortante. A abrasão tanto pode ser devida à puxada de condutores por sobre superfícies abrasivas, por orifícios por demais pequenos, quanto à sua colocação em superfícies que vibrem, as quais consomem o isolamento do condutor. As linhas de pipas com cerol (material cortante) também agredem o isolamento dos condutores.

**Fatores Biológicos:** roedores e insetos podem comer os materiais orgânicos de que são constituídos os isolamentos elétricos, comprometendo a isolação dos condutores. Outra forma de degradação das características do isolamento elétrico é a presença de fungos, que se desenvolvem na presença da umidade.

**Altas Tensões:** altas tensões podem dar origem à arcos elétricos ou efeitos corona, os quais criam buracos na isolação ou degradação química, reduzindo, assim, a resistência elétrica do isolamento.

**Pressão:** o vácuo pode causar o desprendimento de materiais voláteis dos isolantes orgânicos, causando vazios internos e consequente variação nas suas dimensões, perda de peso e consequentemente, redução de sua resistividade.

## Os Perigos do Arco Elétrico



Toda vez que ocorre a passagem de corrente elétrica pelo ar ou outro meio isolante (óleo, por exemplo) está ocorrendo um arco elétrico. O arco elétrico (ou arco voltaico) é uma ocorrência de curtíssima duração (menor que  $\frac{1}{2}$  segundo), e muitos são tão rápidos que o olho humano não chega a perceber. Os arcos elétricos são extremamente quentes. Próximo ao "laser", eles são a mais intensa fonte de calor na Terra. Sua temperatura pode alcançar  $20.000^{\circ}\text{C}$ . Pessoas que estejam no raio de alguns metros de um arco podem sofrer severas queimaduras. Os arcos elétricos são eventos de múltipla energia. Forte explosão e energia acústica acompanham a intensa energia térmica. Em determinadas situações, uma onda de pressão também pode se formar, sendo capaz de atingir quem estiver próximo ao local da ocorrência.

### **Consequências de Arcos Elétricos (Queimaduras e Quedas)**

Se houver centelha ou arco, a temperatura deste é tão alta que destrói os tecidos do corpo. Todo cuidado é pouco para evitar a abertura de arco através do operador. Também podem desprender-se partículas incandescentes que queimam ao atingir os olhos. O

arco pode ser causado por fatores relacionados a equipamentos, ao ambiente ou a pessoas. Uma falha pode ocorrer em equipamentos elétricos quando há um fluxo de corrente não intencional entre fase e terra, ou entre múltiplas fases. Isso pode ser causado por trabalhadores que fazem movimentos bruscos ou por descuido no manejo de ferramentas ou outros materiais condutivos quando estão trabalhando em partes energizadas da instalação ou próximo a elas. Outras causas podem estar relacionadas a equipamentos, e incluem falhas em partes condutoras que integram ou não os circuitos elétricos. Causas relacionadas ao ambiente incluem a contaminação por sujeira ou água ou pela presença de insetos ou outros animais (gatos ou ratos que provocam curtos-circuitos em barramentos de painéis ou subestações).



A quantidade de energia liberada durante um arco depende da corrente de curto-circuito e do tempo de atuação dos dispositivos de proteção contra sobre correntes. Altas correntes de curto-circuito e tempos longos de atuação dos dispositivos de proteção aumentam o risco do arco elétrico.



A severidade da lesão para as pessoas na área onde ocorre a falha depende da energia liberada durante a falha, da distância que separa as pessoas do local e do tipo de roupa utilizada pelas pessoas expostas ao arco.



As mais sérias queimaduras por arco voltaico envolvem a ignição da roupa da vítima pelo calor do arco elétrico. Tempos relativamente longos (30 a 60 segundos, por exemplo) de queima contínua de uma roupa comum aumentam tanto o grau da queimadura quanto a área total atingida no corpo. Isso afeta diretamente a gravidade da lesão e a própria sobrevivência da vítima.

A proteção contra o arco elétrico depende do cálculo da energia que pode ser liberada no caso de um curto-circuito. As vestimentas de proteção adequadas devem cobrir todas as áreas que possam estar expostas à ação das energias oriundas do arco elétrico. Portanto, muitas vezes, além da cobertura completa do corpo, elas devem

incluir capuzes. O que agora nos parece óbvio, nem sempre foi observado, isto é, se em determinadas situações uma análise de risco nos indica a necessidade de uma vestimenta de proteção contra o arco elétrico, essa vestimenta deve incluir proteção para o rosto, pescoço, cabelos, enfim, as partes da cabeça que também possam sofrer danos se expostas a uma energia térmica muito intensa.

Veja um exemplo do risco ao usar equipamento de proteção inadequado em uma determinada situação, nesse caso o arco elétrico foi tão forte que resultou em óbito, veja a imagem do que sobrou do capacete de proteção:



Além dos riscos de exposição aos efeitos térmicos do arco elétrico, também está presente o risco de ferimentos e quedas, decorrentes das ondas de pressão que podem se formar pela expansão do ar. Na ocorrência de um arco elétrico, uma onda de pressão pode empurrar e derrubar o trabalhador que está próximo da origem do acidente. Essa queda pode resultar em lesões mais graves se o trabalho estiver sendo realizado em uma altura superior a dois metros, o que pode ser muito comum em diversos tipos de instalações.



### **Proteção Contra Perigos Resultantes do Arco Elétrico**

Os dispositivos e equipamentos que podem gerar arcos durante a sua operação devem ser selecionados e instalados de forma a garantir a segurança das pessoas que trabalham nessas instalações. Vamos relacionar algumas medidas para garantir a proteção contra os perigos resultantes da ignição por arco.

Utilização de um ou mais dos seguintes meios:

- dispositivos de abertura sob carga;
- chave de aterramento resistente ao curto-circuito presumido;
- sistemas de intertravamento;
- fechaduras com chave não intercambiáveis.

Corredores operacionais tão curtos, altos e largos quanto possível;

Coberturas sólidas ou barreiras ao invés de coberturas ou telas;

Equipamentos ensaiados para resistir aos arcos internos;

Emprego de dispositivos limitadores de corrente;

Seleção de tempos de interrupção muito curtos, o que pode ser obtido através de relés instantâneos ou através de dispositivos sensíveis a pressão, luz ou calor, atuando em dispositivos de interrupção rápidos;

Operação da instalação.

## Campos Eletromagnéticos

Um campo elétrico é uma grandeza vetorial (função da posição e do tempo) que é descrita por sua intensidade. Normalmente campos elétricos são medidos em volts por metro (V/m).

Experiências demonstram que uma partícula carregada com carga  $Q$ , abandonada nas proximidades de um corpo carregado com carga, pode ser atraída ou repelida pelo mesmo sob a ação de uma força  $F$ , a qual denominamos força elétrica. A região do espaço ao redor da carga, em que isso acontece, denomina-se campo elétrico.

Denomina-se campo magnético toda região do espaço na qual uma agulha imantada fica sob ação de uma força magnética. O fato de um pedaço de ferro ser atraído por um ímã é conhecido por todos nós. A agulha da bússola é um ímã. Colocando-se uma bússola nas proximidades de um corpo imantado ou nas proximidades da Terra, a agulha da bússola sofre desvio. A exposição aos campos eletromagnéticos pode causar danos, especialmente quando da execução de serviços na transmissão e distribuição de energia elétrica, nos quais se empregam elevados níveis de tensão. Embora não haja comprovação científica, há suspeitas de que a radiação eletromagnética possa provocar o desenvolvimento de tumores. Entretanto, é certo afirmar que essa exposição promove efeitos térmicos e endócrinos no organismo humano. Especial atenção deve ser dada aos trabalhadores expostos a essas condições que possuam próteses metálicas (pinos, encaixes, hastes), pois a radiação promove aquecimento intenso nos elementos metálicos, podendo provocar lesões. Da mesma forma, os trabalhadores que portam aparelhos e equipamentos eletrônicos (marca-passos, amplificador auditivo, dosadores de insulina, etc.) devem se precaver dessa exposição, pois a radiação interfere nos circuitos elétricos, podendo criar disfunções nos aparelhos. Uma outra preocupação é com a indução elétrica. Esse fenômeno pode ser particularmente importante quando há diferentes circuitos próximos uns dos outros.

A passagem da corrente elétrica em condutores gera um campo eletromagnético que, por sua vez, induz uma corrente elétrica em condutores próximos. Assim, pode ocorrer a passagem de corrente elétrica em um circuito desenergizado se ele estiver próximo a outro circuito energizado. Por isso é fundamental que você, além de

desligar o circuito no qual vai trabalhar, confira, com equipamentos apropriados (voltímetros ou detectores de tensão), se o circuito está efetivamente sem tensão.

## Outros Perigos e Riscos de Ambiente

Podemos considerar como outros perigos e riscos, além dos elétricos já conhecidos, os que são específicos de cada ambiente ou processo de trabalho que direta ou indiretamente, possam afetar a segurança e a saúde dos que trabalham com a eletricidade, são eles:

- **Altura:** em trabalhos com energia elétrica feitos em alturas como torres de transmissão e postes, deve ser seguido as instruções relativas a segurança para estas atividades.

- **Ambientes Confinados:** nas atividades que exponham os trabalhadores a riscos de asfixia, explosão, intoxicação e doenças do trabalho, devem ser adotadas medidas especiais de proteção.

- **Áreas Classificadas:** são ambientes de alto risco aqueles nos quais existe a possibilidade de vazamento de gases inflamáveis em situação de funcionamento normal devido a razões diversas, como, por exemplo, desgaste ou deterioração de equipamentos. Estas áreas, também chamadas de ambientes explosivos, são classificadas conforme normas internacionais e de acordo com a classificação exigem a instalação de equipamentos e/ou interfaces que atendam às exigências prescritas nas mesmas como exaustores, entre outros.

- **Instalações Elétricas em Ambientes Explosivos:** as instalações e serviços de eletricidade devem ser projetados, executados, operados, mantidos, reformados e ampliados de forma que permitam a adequada distribuição de energia e isolamento, correta proteção contra fugas de corrente, curtos-circuitos, choques elétricos, entre outros riscos.

- **Condições Atmosféricas** (chuva, umidade e ventos): como já vimos num capítulo anteriormente, sabemos que a existência de umidade no ar propicia a diminuição da capacidade disruptiva do ar,

aumentando assim o risco de acidentes elétricos. Todo o trabalho em equipamentos energizados só deve ser iniciado com boas condições meteorológicas, não sendo permitidos trabalhos sob chuva, neblina densa ou ventos.

- **Descargas Atmosféricas (Raios):** é um fenômeno da natureza absolutamente imprevisível tanto em relação às suas características elétricas como em relação aos efeitos destruidores decorrentes de sua incidência sobre as edificações, as pessoas ou animais.

- **Sobretensões Transitórias Provocadas por Raios:** Um raio ao cair na terra pode provocar grande destruição, devido ao alto valor de sua corrente elétrica, que gera intensos campos eletromagnéticos, calor, etc. Além dos danos causados diretamente pela corrente elétrica e pelo intenso calor, o raio pode provocar sobretensões em redes de energia elétrica, em redes de telecomunicações, de TV a cabo, antenas parabólicas, redes de transmissão de dados, etc. Essa sobretensão é denominada Sobretensão Transitória, podendo inclusive chegar até as instalações elétricas internas ou de telefonia, de TV a cabo ou de qualquer unidade consumidora (casa/escritório/indústria).

## **Causas Diretas de Acidentes com Eletricidade**

Os atos inseguros são, geralmente, definidos como causas de acidentes do trabalho que residem exclusivamente no fator humano, isto é, aqueles que decorrem da execução das tarefas de forma contrária às normas de segurança. É a maneira como os trabalhadores se expõem (consciente ou inconscientemente) aos riscos de acidentes.

É falsa a ideia de que não se pode prever nem controlar o comportamento humano. Na verdade, é possível analisar os fatores relacionados com a ocorrência dos atos inseguros e controlá-los.

Descrevemos alguns fatores que podem levar os trabalhadores a praticarem atos inseguros sendo causas diretas de acidentes:

- **Inadaptação entre homem e função por fatores constitucionais:** exemplos; sexo, idade, tempo de reação aos

estímulos, coordenação motora, agressividade, impulsividade, nível de inteligência, grau de atenção.

- Os **fatores circunstanciais** que influenciam no desempenho do indivíduo no momento da execução da atividade. Podem ser fatores como problemas familiares, abalos emocionais, discussão com colegas, alcoolismo, estado de fadiga, doença, etc.

- **Desconhecimento dos riscos da função e/ou da forma de evitá-los:** Estes fatores são na maioria das vezes causados por seleção ineficaz, falhas ou falta de treinamento.

- **Desajustamento:** este fator é relacionado com certas condições específicas do trabalho como: problema com a chefia, problemas com os colegas, políticas salariais impróprias, política promocionalim própria, clima de insegurança.

- **Personalidade:** fatores que fazem parte das características da personalidade do trabalhador e que se manifestam por comportamentos impróprios com a atividade exercida como: o desleixado, o machão, o exibicionista, o desatento, o brincalhão.

Podemos então especificar como causas diretas de acidentes elétricos as propiciadas pelo contato direto por falha de isolamento, podendo estas ainda serem classificadas quanto ao tipo de contato físico:

**Contatos diretos:** é o contato com partes metálicas normalmente sob tensão (partes vivas).

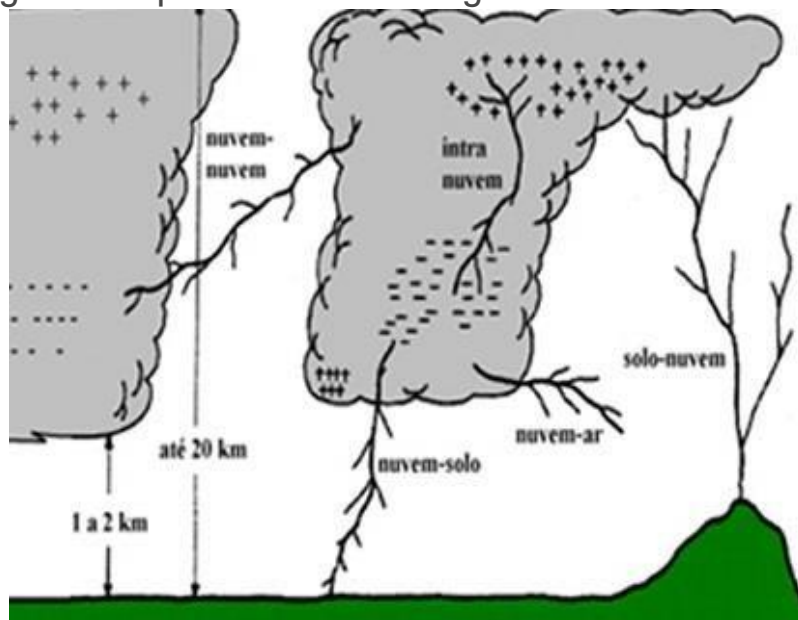
**Contatos indiretos:** é o contato com partes metálicas normalmente não energizadas(massas), mas que podem ficar energizadas devido a uma falha de isolamento. O acidente mais comum a que estão submetidas as pessoas, principalmente aquelas que trabalham em processos industriais ou desempenham tarefas de manutenção e operação de sistemas industriais, é o toque acidental em partes metálicas energizadas, ficando o corpo ligado eletricamente sob tensão entre fase e terra.

## Causas Indiretas de Acidentes com Eletricidade

As causas indiretas de acidentes com eletricidade podemos especificar por três grandes causas como: originadas por descargas atmosféricas, originadas por tensões induzidas eletromagnéticas e originadas por tensões estáticas.

Segue uma breve descrição de cada causa:

**Descargas Atmosféricas:** As descargas atmosféricas induzem surtos de tensão que chegam a centenas de milhares de volts. A fricção entre as partículas de água que formam as nuvens, provocada pelos ventos ascendentes de forte intensidade, dão origem a grandes quantidades de cargas elétricas.



Realizando-se uma experiência observou-se que as cargas elétricas positivas ocupam a parte superior da nuvem, enquanto as cargas elétricas negativas se posicionam na parte inferior, acarretando conseqüentemente uma intensa migração de cargas positivas na superfície da terra para a área correspondente à localização da nuvem, dando dessa forma uma característica bipolar às nuvens. A concentração de cargas elétricas positivas e negativas numa determinada região faz surgir uma diferença de potencial entre a terra e a nuvem. No entanto, o ar apresenta uma determinada rigidez dielétrica, normalmente elevada, que depende de certas condições ambientais. O aumento dessa diferença de potencial, que se denomina gradiente de tensão, poderá atingir um valor que supere a rigidez dielétrica do ar interposto entre a nuvem e a terra,

fazendo com que as cargas elétricas migrem na direção da terra, num trajeto tortuoso e normalmente cheio de ramificações, cujo fenômeno é conhecido como descarga piloto (raio).

**Tensão Estática:** Os condutores possuem elétrons livres e, portanto, podem ser eletrizados por indução. Os isoladores, conhecidos também por dielétricos, praticamente não possuem elétrons livres. Normalmente, os centros de gravidade das massas dos elétrons e prótons de um átomo coincidem-se e localizam-se no seu centro. Quando um corpo carregado se aproxima desses átomos, há um deslocamento muito pequeno dos seus elétrons e prótons, de modo que os centros de gravidade destes não mais se coincidem, formando assim um dipolo elétrico.



Um dielétrico que possui átomos assim deformados (achatados) está eletricamente polarizado gerando o choque de tensão estática (descarga) ao tocar.

**Tensões Induzidas em Linhas de Transmissões de Alta-Tensão:** Devido ao atrito com o vento e com a poeira, e em condições secas, as linhas sofrem uma contínua indução que se soma às demais tensões presentes. As tensões estáticas crescem continuamente, e após um longo período de tempo podem ser relativamente elevadas.

Ao aterrarmos uma linha, as correntes, devido às tensões induzidas capacitivas e às tensões estáticas ao referencial de terra, são drenadas imediatamente. Todavia, existirão tensões de acoplamento capacitivo e eletromagnético induzidas pelos condutores energizados próximos à linha.

## Medidas de Controle do Risco Elétrico – MCRE

Os riscos à segurança e saúde dos trabalhadores no setor de energia elétrica são elevados, podendo levar a lesões de grande gravidade e são específicos a cada tipo de atividade. Porém, o maior risco à segurança e saúde dos trabalhadores é o de origem elétrica. A eletricidade constitui-se um agente de alto potencial de risco ao homem. Mesmo em baixas tensões ela representa perigo à integridade física e saúde do trabalhador. Sua ação mais nociva é a ocorrência do choque elétrico com consequências diretas e indiretas (quedas, batidas, queimaduras indiretas e outras). Também apresenta risco devido à possibilidade de ocorrências de curtos-circuitos ou mau funcionamento do sistema elétrico originando grandes incêndios e explosões.

O que vamos mostrar agora é uma técnica qualitativa cujo objetivo consiste na identificação dos riscos/perigos potenciais decorrentes de novas instalações ou da operação das já existentes.

Em uma instalação programada, para cada evento perigoso identificado em conjunto com as respectivas consequências, um conjunto de causas é levantado, possibilitando a classificação qualitativa do risco associado, de acordo com categorias pré estabelecidas; de frequência, de ocorrência, do cenário, de acidente e de severidade das consequências.

Mais conhecida como APR/APP (Análise preliminar de risco e/ou perigos) permite uma ordenação qualitativa dos cenários de acidentes encontrados, facilitando a proposição e a priorização de medidas para redução dos riscos da instalação, quando julgadas necessárias, além da avaliação da necessidade de aplicação de técnicas complementares de análise.

A metodologia adotada nas APR/APP compreende na execução das seguintes tarefas:

- a) definir os objetivos e o escopo da análise;
- b) definir as fronteiras das instalações analisadas;
- c) coletar informações sobre a região, das instalações, das substâncias perigosas envolvidas e dos processos;
- d) subdividir a instalação em módulos para análise;
- e) realizar a APR/APP (fazer a planilha de riscos);

- f) elaborar estatísticas dos cenários identificados por categorias de frequência e de severidade;
- g) e por fim analisar os resultados, elaborar recomendações quando necessário e preparar o relatório final.

As principais informações requeridas para a fazer uma APR/APP são as seguintes:

**Das instalações:** especificações técnicas de projeto, especificações de equipamentos, lay-out das instalações e descrição dos principais sistemas de proteção e segurança;

**Dos processos:** descrição dos processos envolvidos;  
**das substâncias:** características e propriedades físicas e químicas das mesmas.

Para simplificar a realização da análise, as instalações estudadas são divididas em "módulos de análise", os quais podem ser: unidades completas, locais de serviço elétrico, partes de locais de serviço elétrico ou partes específicas das instalações, tais como subestações, painéis, etc.

A divisão das instalações é feita com base em critérios de funcionalidade, complexidade e proximidade física.

#### ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS E PERIGOS (ARP/APP)

Operação: Desativar subestação aérea  
Referência: SUB-A-SCA04

Revisão:

ETAPA	RISCO OU PERIGO	POSSÍVEL EFEITO	RECOMENDAÇÕES E CONTROLE
Subida de eletrcista no poste	1 - Choque elétrico	Queimaduras Para cardíaca Parada respiratória Queda	1 - Confrontar as informações da OS com a realidade 2 - Solicitar o desligamento do alimentador 3 - Aguardar a confirmação do desligamento 4 - Fazer teste de ausência de tensão 5 - Retirada dos fusíveis (sinalização/decidir) 6 - Ligar aterramento provisório 7 - Fazer novo teste de ausência de tensão
	2 - Queda	Fratura	1 - Posicionar a escada corretamente 2 - O eletrcista deverá se postar de maneira segura 3 - Uso dos EPI's adequados
Desconecção dos circuitos primários e secundários do transformador	1 - Queda	Fratura	1 - O eletrcista deverá se postar de maneira segura 2 - Uso dos EPI's adequados
	2 - Queda de materias ou ferramentas	Ferrimentos	1 - Treinamento do trabalhador em subir escadas 2 - Isolamento da área com sinalização 3 - Lçar as ferramentas em cestas adequadas
Retirada do transformador	1 - Queda do transformador		1 - Isolamento e sinalização adequada da área (rua/calçada/etc) 2 - Utilização correta dos equipamentos (guindaste/çamento) 3 - Inspeção minuciosa dos itens de fixação antes de içar 4 - Cuidado na descida do transformador 5 - Não se posicionar embaixo do transformador durante a operação 6 - Retirar o aterramento provisório 7 - Autorizar o religamento do alimentador

Para você entender melhor a planilha acima, iremos explicar nas próximas lições os detalhes de cada MCRE (medidas de controle de riscos elétricos).

## MCRE – Desenergização

A desenergização é um conjunto de ações coordenadas, sequenciadas e controladas, destinadas a garantir a efetiva ausência de tensão no circuito, trecho ou ponto de trabalho, durante todo o tempo de intervenção e sob controle dos trabalhadores envolvidos.

Somente serão consideradas desenergizadas as instalações elétricas liberadas para trabalho, mediante os procedimentos apropriados e obedecida a sequência a seguir:

**Seccionamento:** é o ato de promover a descontinuidade elétrica total, com afastamento adequado entre um circuito ou dispositivo e outro, obtida mediante o acionamento de dispositivo apropriado (chave seccionadora, interruptor, disjuntor), acionado por meios manuais ou automáticos, ou ainda através de ferramental apropriado e segundo procedimentos específicos.

**Impedimento de reenergização:** É o estabelecimento de condições que impedem, de modo reconhecidamente garantido, a reenergização do circuito ou equipamento desenergizado, assegurando ao trabalhador o controle do seccionamento. Na prática trata-se da aplicação de travamentos mecânicos, por meio de fechaduras, cadeados e dispositivos auxiliares de travamento ou com sistemas informatizados equivalentes.

Deverá ser utilizado um sistema de travamento do dispositivo de seccionamento, para o quadro, painel ou caixa de energia elétrica e garantir o efetivo impedimento de reenergização involuntária ou acidental do circuito ou equipamento durante a execução da atividade que originou o seccionamento. Deve-se também fixar placas de sinalização alertando sobre a proibição da ligação da chave e indicando que o circuito está em manutenção.



O risco de energizar inadvertidamente o circuito é grande em atividades que envolvam equipes diferentes, onde mais de um empregado estiver trabalhando. Nesse caso a eliminação do risco é obtida pelo emprego de tantos bloqueios quantos forem necessários para execução da atividade.

Dessa forma, o circuito será novamente energizado quando o último empregado concluir seu serviço e destravar os bloqueios. Após a conclusão dos serviços deverão ser adotados os procedimentos de liberação específicos.

A desenergização de circuito ou mesmo de todos os circuitos numa instalação deve ser sempre programada e amplamente divulgada para que a interrupção da energia elétrica reduza os transtornos e a possibilidade de acidentes.

A reenergização deverá ser autorizada mediante a divulgação a todos os envolvidos e somente depois da retirada dos lacres e cadeados de proteção.

**Constatação da ausência de tensão:** é a verificação da efetiva ausência de tensão nos condutores do circuito elétrico. Deve ser feita com detectores testados antes e após a verificação da ausência de tensão, sendo realizada por contato ou por aproximação e de acordo com procedimentos específicos.

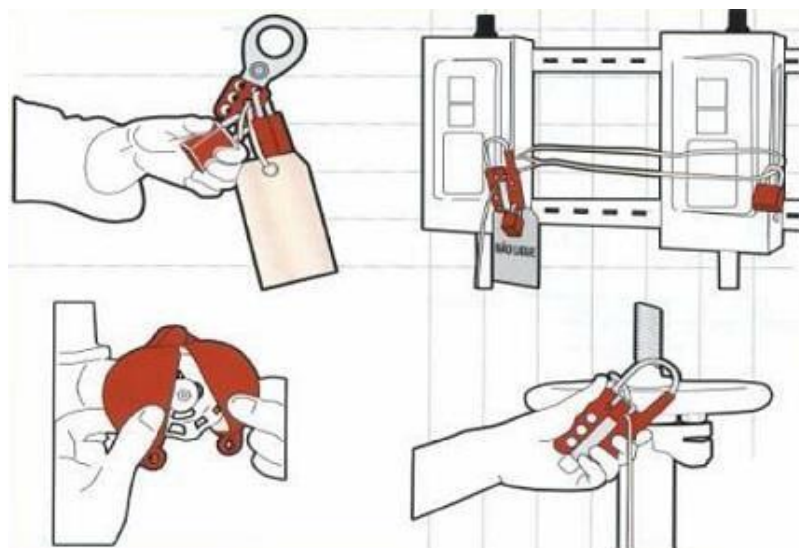
**Instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos:** constatada a inexistência de tensão, um condutor do conjunto de aterramento temporário deverá

ser ligado a uma haste conectada à terra. Na sequência, deverão ser conectadas as garras de aterramento aos condutores fase, previamente desligados.

*OBS.:* Trabalhar entre dois pontos devidamente aterrados.

**Proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada:** define-se zona controlada como, área em torno da parte condutora energizada, segregada, acessível, de dimensões estabelecidas de acordo com nível de tensão, cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados, como disposto no anexo II da Norma Regulamentadora N°10. Podendo ser feito com anteparos, dupla isolação invólucros, etc.

**Instalação da sinalização de impedimento de reenergização:** deverá ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação da razão de desenergização e informações do responsável.



Os cartões, avisos, placas ou etiquetas de sinalização do travamento ou bloqueio devem ser claros e adequadamente fixados. No caso de método alternativo, procedimentos específicos deverão assegurar a comunicação da condição impeditiva de energização a todos os possíveis usuários do sistema. Somente após a conclusão dos serviços e verificação de ausência de anormalidades, o trabalhador providenciará a retirada de ferramentas, equipamentos e utensílios e por fim o dispositivo individual de travamento e etiqueta correspondente.

Os responsáveis pelos serviços, após inspeção geral e certificação da retirada de todos os travamentos, cartões e bloqueios, providenciará a remoção dos conjuntos de aterramento, e adotará os procedimentos de liberação do sistema elétrico para operação.

A retirada dos conjuntos de aterramento temporário deverá ocorrer em ordem inversa à de sua instalação.

Os serviços a serem executados em instalações elétricas desenergizadas, mas com possibilidade de energização, por qualquer meio ou razão, devem atender ao que estabelece o disposto no item 10.6. da NR 10, que diz respeito a segurança em instalações elétricas desenergizadas.

## **MCRE - Aterramento Funcional, de Proteção e Temporário (TN / TT / IT)**

O Aterramento nada mais é que uma ligação intencional à terra através da qual correntes elétricas podem fluir.

O aterramento é classificado por:

**Funcional:** ligação através de um dos condutores do sistema neutro.

**De Proteção:** ligação à terra das massas e dos elementos condutores estranhos à instalação.

**Temporário:** ligação elétrica efetiva com baixa impedância intencional à terra, destinada a garantir a equipotencialidade e mantida continuamente durante a intervenção na instalação elétrica.

## **Tipo de Aterramento**

Na classificação dos esquemas de aterramento é utilizada uma simbologia padrão, onde a **primeira letra** indica a **situação da alimentação** em relação à terra:

**T** = um ponto diretamente aterrado;

**I** = isolamento de todas as partes vivas em relação à terra ou aterramento de um ponto através de impedância.

Já a **segunda letra** indica a **situação das massas da instalação elétrica** em relação à terra:

**T** = massas diretamente aterradas, independentemente do aterramento eventual de um ponto da alimentação;

**N** = massas ligadas ao ponto da alimentação aterrado (em corrente alternada, o ponto aterrado é normalmente o ponto neutro);

E outras letras (eventuais) indicam a disposição do condutor neutro e do condutor de proteção:

**S** = funções de neutro e de proteção asseguradas por condutores distintos;

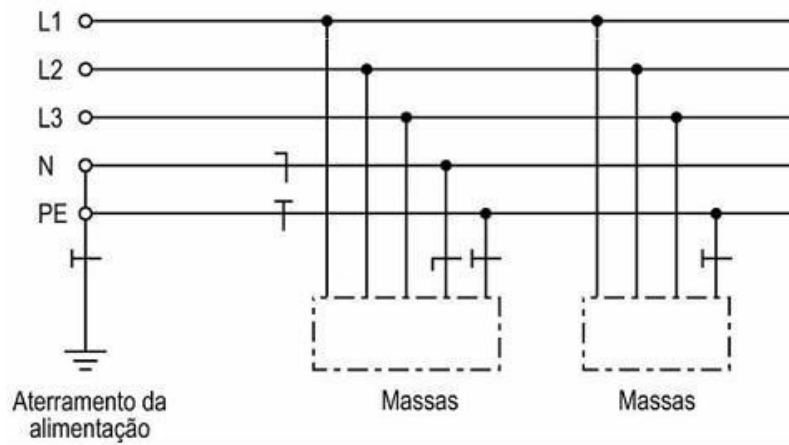
**C** = funções de neutro e de proteção combinada sem um único condutor (condutor PEN).

## **Esquemas de aterramento**

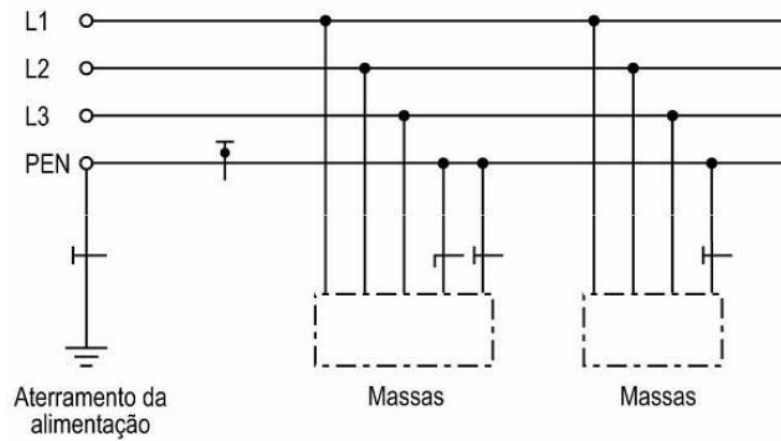
Conforme a NBR-5410/2004 são considerados os esquemas de aterramento TN / TT / IT, cabendo as seguintes observações sobre as ilustrações e símbolos utilizados:

As figuras na sequência, que ilustram os esquemas de aterramento, devem ser interpretadas de forma genérica. Elas utilizam como exemplo sistemas trifásicos.

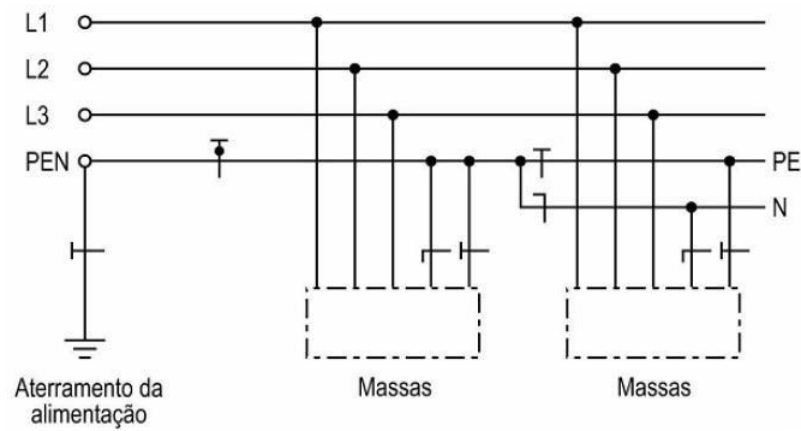
## Aterramento TN-S



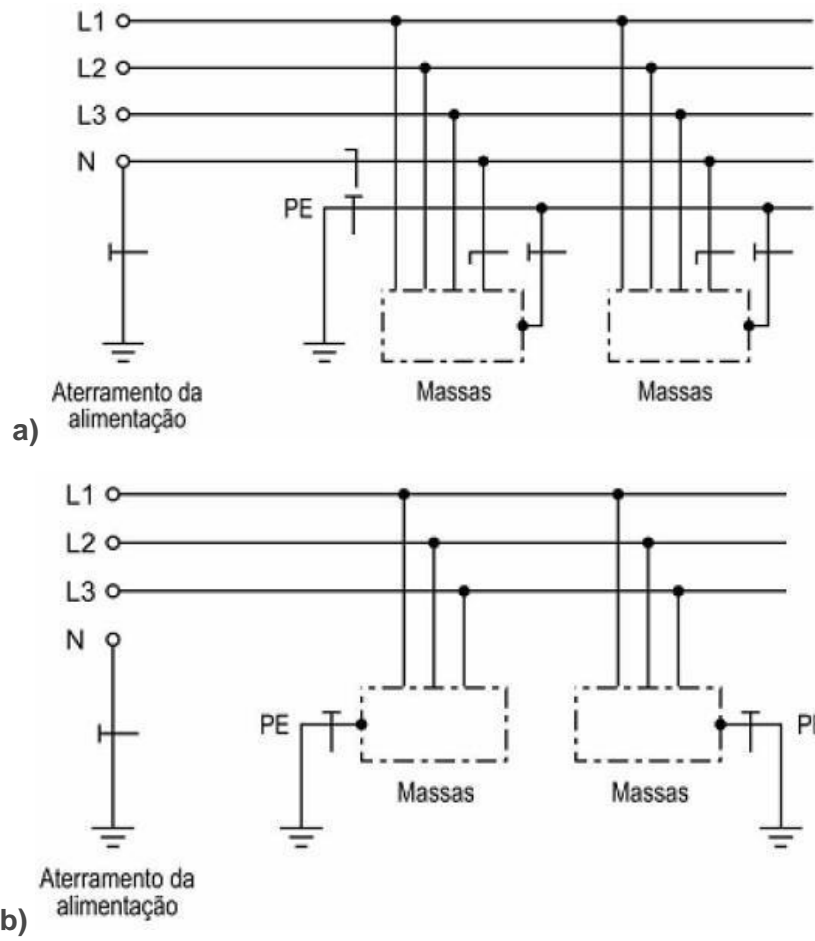
## Aterramento TN-C



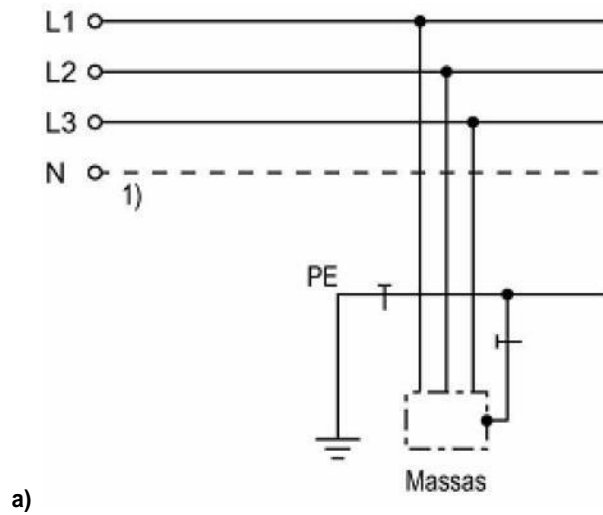
## Aterramento TN-CS

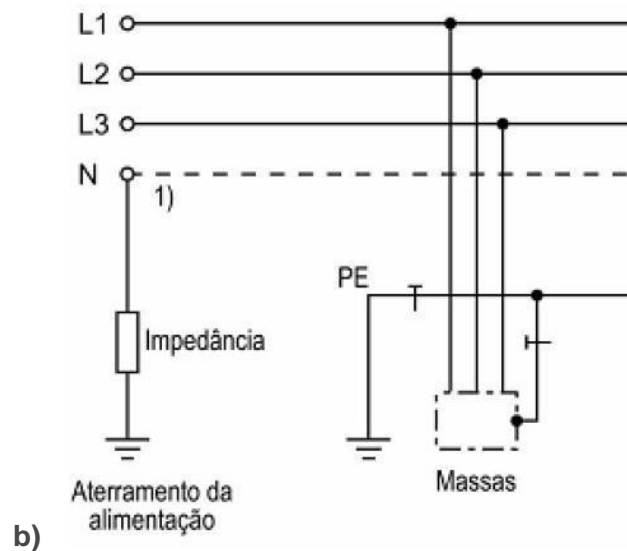


## Aterramento TT



## Aterramento IT





### Aterramento temporário

O aterramento elétrico temporário de uma instalação tem por função evitar acidentes gerados pela energização acidental da rede, propiciando rápida atuação do sistema automático de seccionamento ou proteção. Também tem o objetivo de promover proteção aos trabalhadores contra descargas atmosféricas que possam interagir ao longo do circuito em intervenção. Esse procedimento deverá ser adotado a montante (antes) e a jusante (depois) do ponto de intervenção do circuito e derivações se houver, salvo quando a intervenção ocorrer no final do trecho. Deve ser retirado ao final dos serviços.

Para cada classe de tensão existe um tipo de aterramento temporário. O mais usado em trabalhos de manutenção ou instalação nas linhas de distribuição é um conjunto ou Kit padrão composto pelos seguintes elementos:

- vara ou bastão de manobra em material isolante, com cabeçotes de manobra;
- grampos condutores - para conexão do conjunto de aterramento com os condutores e a terra;
- trapézio de suspensão - para elevação do conjunto de grampos à linha e conexão dos cabos de interligação das fases, de material leve e bom condutor, permitindo perfeita conexão elétrica e mecânica dos cabos de interligação das fases e descida para terra;
- grampos - para conexão aos condutores e ao ponto de terra;
- cabos de aterramento de cobre, extra flexível e isolado;

- trado ou haste de aterramento – para ligação do conjunto de aterramento com o solo, deve ser dimensionado para propiciar baixa resistência de terra e boa área de contato com o solo.

Nas subestações, por ocasião da manutenção dos componentes, se conecta os componentes do aterramento temporário à malha de aterramento fixa, já existente.

## **MCRE – Equipotencialização**

Podemos definir equipotencialização como o conjunto de medidas que visa minimizar as diferenças de potenciais entre componentes de instalações elétricas de energia e de sinal (telecomunicações, rede de dados, etc.), prevenindo acidentes com pessoas e baixando a níveis aceitáveis os danos tanto nessas instalações quanto nos equipamentos a elas conectados.

Todas as massas de uma instalação devem estar ligadas os condutores de proteção. Em cada edificação deve ser realizada uma equipotencialização principal, em condições especificadas, e tantas equipotencializações suplementares quantas forem necessárias.

Todas as massas da instalação situadas em uma mesma edificação devem estar vinculadas à equipotencialização principal (BEP) da edificação e, dessa forma, a um mesmo e único eletrodo de aterramento. Isso sem prejuízo de equipotencializações adicionais que se façam necessárias, para fins de proteção contra choques e/ou de compatibilidade eletromagnética.

Massas simultaneamente acessíveis devem estar vinculadas a um mesmo eletrodo de aterramento, sem prejuízo de equipotencializações adicionais que se façam necessárias, para fins de proteção contra choques e/ou de compatibilidade eletromagnética.

Massas protegidas contra choques elétricos por um mesmo dispositivo, dentro das regras da proteção por seccionamento automático da alimentação, devem estar vinculadas a um mesmo eletrodo de aterramento (BEP), sem prejuízo de equipotencializações adicionais que se façam necessárias, para fins de proteção contra choques e/ou de compatibilidade

eletromagnética. Todo circuito deve dispor de condutor de proteção, em toda sua extensão.

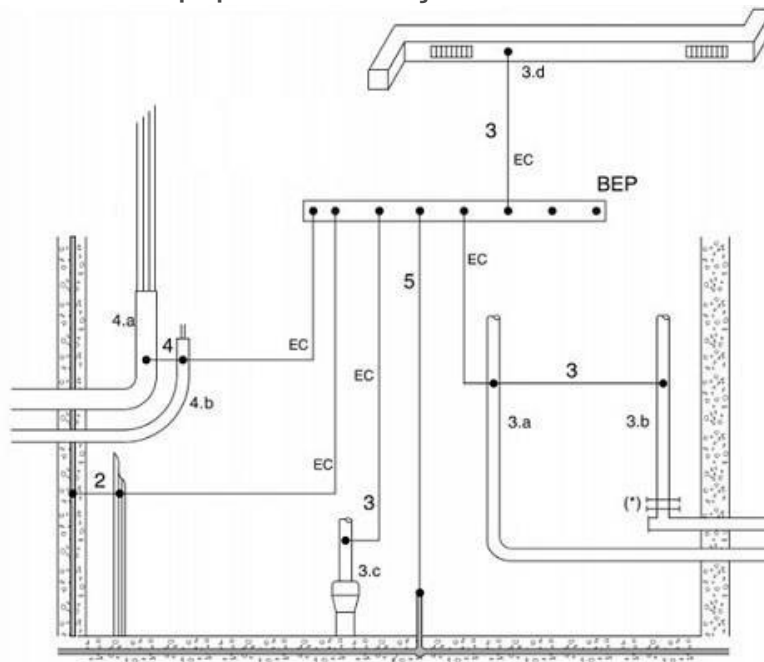
*\*BEP: Barra de Equipotencialização Principal*

Veja a seguir um esquema de Equipotencialização por BEP:

- 1- Condutor de aterramento
- 2- Estrutura do prédio
- 3- a) Água (\*) = Válvula
- 3- b) Gás
- 3- c) Esgoto
- 3- d) Duto de ar condicionado
- 4- a) Eletroduto de Sinal
- 4- b) Eletroduto de elétrica
- 5 - Eletrodo de ligação BEP x Estrutura do Prédio

BEP = Barra de Equipotencialização Principal

EC = Condutor de Equipotencialização



## MCRE - Seccionamento Automático da Alimentação

O seccionamento automático possui um dispositivo de proteção que deverá seccionar automaticamente a alimentação do circuito ou equipamento por ele protegido sempre que uma falta (contato entre parte viva e massa, entre parte viva e condutor de proteção e ainda

entre partes vivas) no circuito ou equipamento der origem a uma corrente superior ao valor ajustado no dispositivo de proteção, levando-se em conta o tempo de exposição à tensão de contato.

Cabe salientar que estas medidas de proteção requerem a coordenação entre o esquema de aterramento adotado e as características dos condutores e dispositivos de proteção. O seccionamento automático é de suma importância em relação a:

- proteção de contatos diretos e indiretos de pessoas e animais;
- proteção do sistema com altas temperaturas e arcos elétricos;
- quando as correntes ultrapassarem os valores estabelecidos para o circuito;
- proteção contra correntes de curto-circuito;
- proteção contra sobre tensões.

Um dispositivo de proteção deve seccionar automaticamente a alimentação do circuito ou equipamento protegido contra contatos indiretos sempre que uma falta entre a parte viva e a massa no circuito ou equipamento considerado der origem a uma tensão de contato superior ao valor apropriado de [UL (V)].

Veja nas lições seguintes a diferenciação entre cada sistema.

## **MCRE - Dispositivo de proteção a corrente diferencial-residual –DR**

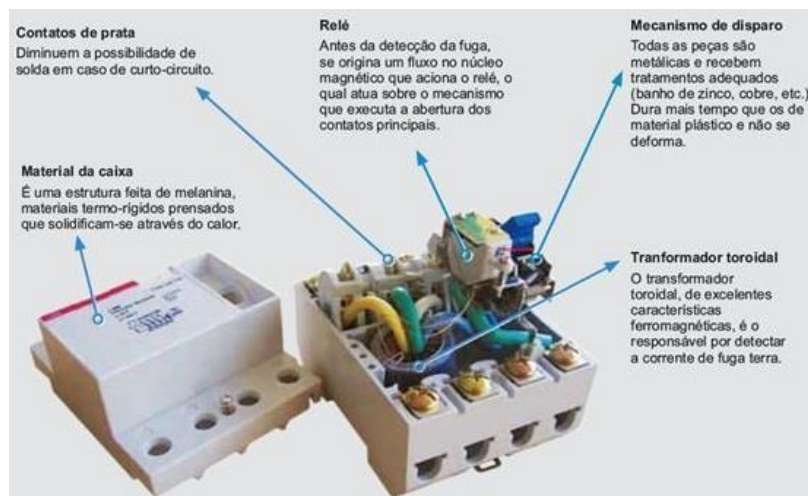
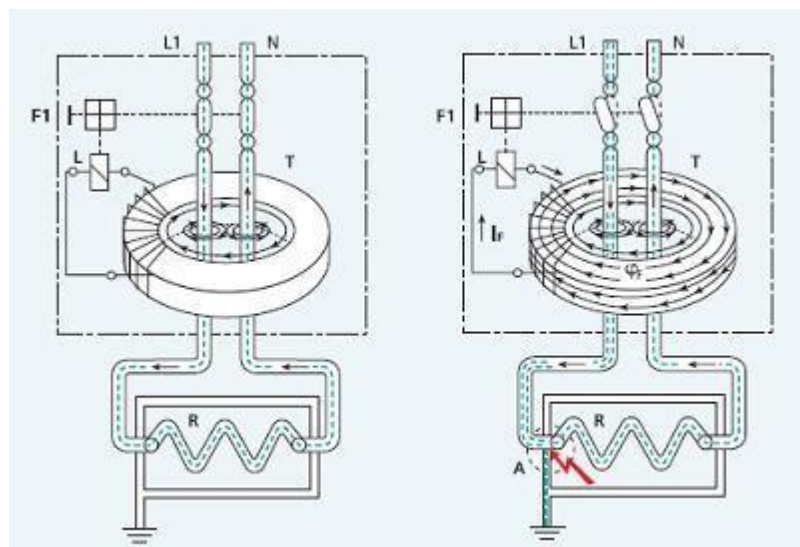
Antes de falar diretamente sobre o dispositivo DR é preciso esclarecer alguns pontos importante quanto à utilização destes dispositivos.

Na verdade independentemente do esquema de aterramento que está sendo usado (TN / TT / IT), o uso de proteção DR, mais particularmente de alta sensibilidade (isto é, com corrente diferencial-residual nominal igual ou inferior a 30 mA), tornou-se expressamente obrigatório nos seguintes casos:

- circuitos que sirvam a pontos situados em locais contendo banheiro ou chuveiro;
- circuitos que alimentem tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;
- circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior;

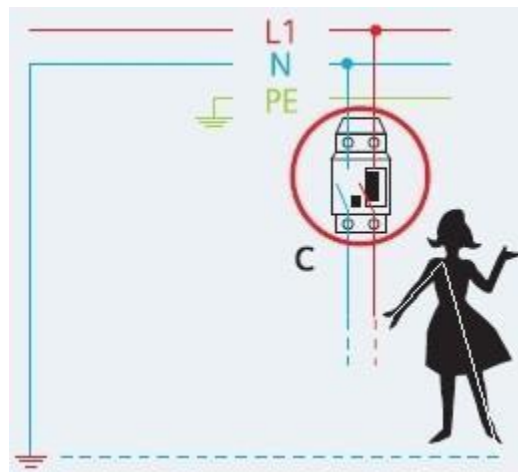
- circuitos de tomadas de corrente de cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, de todo local interno molhado em uso normal ou sujeito a lavagens.

O DR mede permanentemente a soma vetorial das correntes que percorrem os condutores. Enquanto o circuito se mantiver eletricamente igual, a soma vetorial das correntes nos seus condutores é praticamente nula. Ocorrendo a falha de isolamento em um equipamento alimentado por esse circuito, interromperá uma corrente de falta à terra, ou seja, haverá uma corrente residual para a terra. Devido a este "vazamento" de corrente para a terra, a soma vetorial das correntes nos condutores monitorados pelo DR não é mais nula e o dispositivo detecta justamente essa diferença de corrente.



Se alguma pessoa vier a tocar uma parte viva do circuito protegido: a porção de corrente que irá circular pelo corpo da pessoa

provocará igualmente um desequilíbrio na soma vetorial das correntes – a diferença, então, é detectada pelo dispositivo diferencial, tal como se fosse uma corrente de falta à terra. Quando essa diferença atinge um determinado valor, é ativado o relé. Este relé irá provocar a abertura dos contatos principais do próprio dispositivo ou de um disjuntor, desligando o circuito instantaneamente.



Os dispositivos fabricados atualmente, normalmente têm capacidade de interromper o fornecimento de energia elétrica a equipamentos ou a circuitos elétricos que operem com correntes até 160A. A sensibilidade exigida do dispositivo, para detectar correntes de fuga, dependerá das características do circuito em será instalado (relés de sobre corrente de fase e neutro, relés de alta impedância, etc).

A sensibilidade determina se um DR pode ser aplicado à proteção contra contatos indiretos e à proteção contra contatos diretos. A aplicação do DR pode ser dividido em:

- **Uso obrigatório de DR de alta sensibilidade (30 mA):** Na proteção complementar contra choques elétricos em circuitos de banheiros, tomadas externas, tomadas de cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e assemelhados.
- **Uso de DR de alta sensibilidade (30 mA) como alternativa:** Na proteção de equipamentos situados próximos à piscinas.
- **Uso previsto de DR de baixa sensibilidade (500 mA):** Um dos meios prescritos para limitar as correntes de falta/fuga à terra em locais que processem ou armazenem materiais inflamáveis.

Na prática a proteção diferencial-residual pode ser realizada através de:

- interruptores diferenciais-residuais;
- disjuntores com proteção diferencial-residual incorporada;
- tomadas com interruptor DR incorporado (pouco usadas atualmente);
- blocos diferenciais acopláveis e disjuntores em caixa moldada ou a disjuntores modulares (mini disjuntores);
- peças avulsas (relé DR e transformador de corrente toroidal) que são associadas apenas a um elemento desinalização e/ou alarme, se eventualmente for apenas este, e não um desligamento, que é o objetivo da detecção diferencial-residual (normalmente usado na indústria em equipamentos com suspeita de curto ou fuga).

## **MCRE - Proteção por Extrabaixa Tensão: SELV E PELV**

Visando a segurança este método é excelente, pois neste caso o fator de segurança é 3x maior devido a três fatores: a isolação funcional, a isolação do sistema (transformadores) e a redução da tensão. Porém na prática este método de proteção tem algumas desvantagens como: necessidade de uma instalação elétrica de baixa tensão, grandes secções transversais para os condutores de fornecimento da baixa tensão e, frequentemente, construção de equipamentos de dimensões relativamente grandes quando comparados com equipamentos que se utilizam de tensões mais altas para o seu funcionamento.

Vamos às definições dos sistemas:

**Sistema SELV** (do inglês: *separated extra-low voltage*): Sistema de extra baixa tensão que é eletricamente separada da terra de outros sistemas e de tal modo que a ocorrência de uma única falta não resulta em risco de choque elétrico.

**Sistema PELV** (do inglês: *protected extra-low voltage*): Sistema de extra baixa tensão que não é eletricamente separado da terra mas que preenche, de modo equivalente, todos os requisitos de um SELV.

Os circuitos SELV não têm qualquer ponto aterrado nem massas aterradas. Os circuitos PELV podem ser aterrados ou ter massas aterradas.

Dependendo da tensão nominal do sistema SELV ou PELV e das condições de uso, a proteção básica é proporcionada por:

- Limitação da tensão;
- Isolação básica ou uso de barreiras ou invólucros;
- Condições ambientais e construtivas em o equipamento esta inserido.

As partes vivas de um sistema SELV ou PELV não precisam necessariamente ser inacessíveis, podendo dispensar isolação básica, barreira ou invólucro, porém deve atender as exigências mínimas da norma NBR 5410/2004.

## **MCRE - Barreiras e Invólucros**

São dispositivos que impedem qualquer contato com partes energizadas das instalações elétricas. São componentes que visam impedir que pessoas ou animais toquem acidentalmente as partes energizadas, garantindo assim que as pessoas sejam advertidas de que as partes acessíveis através das aberturas estão energizadas e não devem ser tocadas.

As barreiras devem ser fortes e fixadas de forma segura e que tenham durabilidade, tendo como fator de referência o ambiente em que está inserido. Só poderão ser retirados com chaves ou ferramentas apropriadas e também como predisposição uma segunda barreira ou isolação que não possa ser retirada sem ajuda de chaves ou ferramentas apropriadas.

Ex.: Telas de proteção com parafusos de fixação e tampas de painéis, etc.



O uso de barreiras ou invólucros, como meio de proteção básica, destina-se a impedir qualquer contato com partes vivas. As partes vivas devem ser confinadas no interior de invólucros ou atrás de barreiras que garantam grau de proteção.

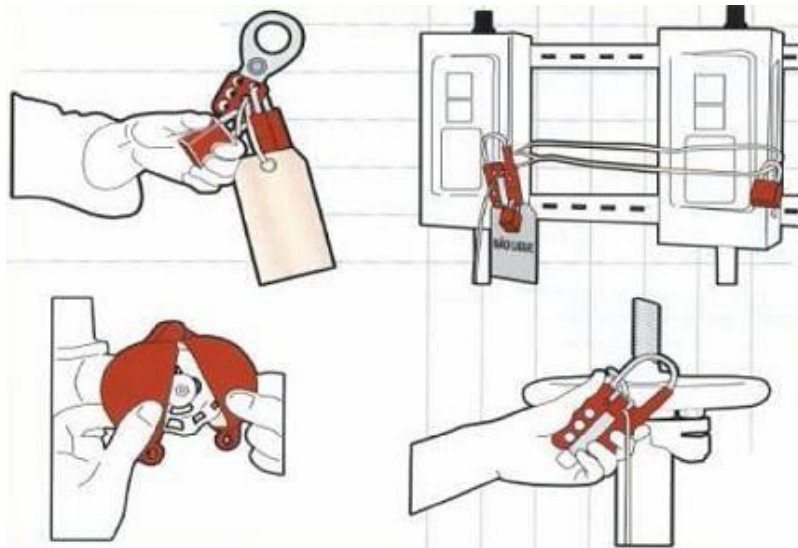
Quando o invólucro ou barreira compreender superfícies superiores, horizontais, que sejam diretamente acessíveis, elas devem garantir grau de proteção mínimo.

## **MCRE - Bloqueios e Impedimentos**

Bloqueio é a ação destinada a manter, por meios mecânicos um dispositivo de manobra fixo numa determinada posição, de forma a impedir uma ação não autorizada, em geral utilizam cadeados.

Dispositivos de bloqueio são aqueles que impedem o acionamento ou religamento de dispositivos de manobra (chaves, interruptores). É importante que tais dispositivos possibilitem mais de um bloqueio,

ou seja, a inserção de mais de um cadeado, por exemplo, para trabalhos simultâneos de mais de uma equipe de manutenção.



Toda ação de bloqueio deve estar acompanhada de etiqueta de sinalização, com o nome do profissional responsável, data, setor de trabalho e forma de comunicação.



Os obstáculos e anteparos devem impedir:

- uma aproximação física não intencional das partes vivas (como por meio de corrimãos ou de telas de arame);
- contatos não intencionais com partes vivas por ocasião de operação de equipamentos sob tensão (por exemplo, por meio de telas ou painéis sobre os seccionadores).



## **MCRE – Isolamento**

O isolamento é feito para impedir todo o contato com as partes vivas da instalação elétrica. As partes vivas devem ser completamente recobertas por uma isolação que só pode ser removida através de sua destruição.

### **Isolamento em partes vivas (rede)**

O isolamento para este tipo serviço é feito com materiais dielétricos (não condutores de eletricidade) que têm por objetivo isolar condutores ou outras partes da estrutura que esta energizadas, para que os serviços possam ser executados com efetivo controle dos riscos pelo trabalhador.

O isolamento deve ser compatível com os níveis de tensão do serviço. Esses dispositivos devem ser bem acondicionados para evitar acúmulo de sujeira e umidade, que comprometam a isolação e possam torná-los condutivos.

Também devem ser inspecionados a cada uso e serem submetidos a testes elétricos anualmente. Exemplos:

- Coberturas circular isolante (em geral são de polietileno, polipropileno e polidracon);
- Mantas ou lençol de isolante;
- Tapetes isolantes;
- Coberturas isolantes para dispositivos específicos (Ex. postes).



### **Isolação Dupla ou Reforçada**

Este tipo de proteção é normalmente aplicado a equipamentos portáteis, tais como furadeiras elétricas manuais, os quais por serem empregados nos mais variados locais e condições de trabalho, e mesmo por suas próprias características, requerem outro sistema de proteção, que permita uma confiabilidade maior do que aquela oferecida exclusivamente pelo aterramento elétrico.

A utilização de isolação dupla ou reforçada propicia uma dupla linha de defesa contra contatos indiretos. A isolação dupla é constituída de:

- Isolação básica: isolação aplicada às partes vivas, destinada a assegurar proteção básica contra choques.
- Isolação suplementar: é uma isolação independente e adicional à isolação básica, destinada a assegurar proteção contra choques elétricos em caso de falha da isolação básica (ou seja, assegurar

proteção supletiva). Comumente, são utilizados sistemas de isolação dupla em alguns eletrodomésticos e ferramentas elétricas portáteis (furadeiras, lixadeiras, etc.). Neste caso, em sua plaqueta de identificação haverá um símbolo indicativo gravado, ou seja, dois quadrados de lados diferentes, paralelos, um dentro do outro.



*Exemplo de um aparelho de Bluray, veja a seta vermelha indicando o símbolo.*

A proteção por isolação dupla ou reforçada é realizada, quando utilizamos uma segunda isolação, para suplementar aquela normalmente utilizada, e para separar as partes vivas do aparelho de suas partes metálicas. Para a proteção da isolação geralmente são prescritos requisitos mais severos do que aqueles estabelecidos para a isolação funcional.

## **MCRE - Proteção por Colocação Fora de Alcance e Separação Elétrica**

### **Proteção por Colocação Fora de Alcance**

A 'colocação fora de alcance' destina-se somente a impedir os contatos involuntários com as partes vivas. Quando há o espaçamento, este deve ser suficiente para que se evite que pessoas circulando nas proximidades das partes vivas possam entrar em contato com essas partes, seja diretamente ou por intermédio de objetos que elas manipulem ou transportem.

### **Proteção por Separação Elétrica**

Regulamentada na NBR-5410/2004, consiste em abaixar a tensão para níveis seguros (extra baixa tensão: menor que 50 V para ambientes secos e menor que 25 V para ambientes úmidos e molhados) através do uso de transformador de separação.

A proteção por separação elétrica pode ser realizada por um transformador de separação ou por um grupo motor-gerador com

enrolamentos que fornecem uma separação equivalente à de um transformador.

Os circuitos eletricamente separados podem alimentar um único ou vários equipamentos. O ideal é que tenhamos um único equipamento conectado ao circuito. Sua massa deve ser aterrada. Com vários equipamentos alimentados pelo mesmo circuito, estes devem ser ligados entre si por condutores de equipotencialidade e não aterrados.

## **Equipamentos de Proteção Coletiva e Individual (EPC/EPI)**

### **EPI**

Equipamento de proteção individual (EPI) é todo dispositivo ou produto, de uso individual, utilizado pelo trabalhador, destinado a proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

Exemplos:

- capacete;
- óculos de proteção;
- luvas;
- calçados de segurança;
- cintos de segurança;
- máscaras de proteção respiratória;
- protetor auricular;
- vestimentas de trabalho (especiais);
- creme protetor solar;
- capa de chuva; etc.

Observamos que a norma NR-6 que trata da regulamentação do EPI, onde especifica no item 6.3 que:

A empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas seguintes circunstâncias:

a) sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa

proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho;

b) enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas;

c) para atender a situações de emergência.

E, continua, item 6.6 - Cabe ao empregador

6.6.1 Cabe ao empregador quanto ao EPI:

a) adquirir o adequado ao risco de cada atividade;

b) exigir seu uso;

c) fornecer ao trabalhador somente o aprovado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;

d) orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação;

e) substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado;

f) responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica;

g) comunicar ao MTE qualquer irregularidade observada.

Os **equipamentos de proteção coletiva** (EPC) compreendem prioritariamente a desenergização elétrica, e na sua impossibilidade, o emprego de tensão de segurança, conforme já vimos no capítulo anterior. Essas medidas visam à proteção não só de trabalhadores envolvidos com a atividade principal que será executada e que gerou o risco, como também à proteção de outros funcionários que possam executar atividades paralelas nas redondezas ou até de pessoas que estão por perto, cujo percurso pode levá-los à exposição ao risco existente.

Veja alguns equipamentos e sistemas de proteção coletiva usados nas instalações elétricas:

- **Conjunto de Aterramento:** equipamento destinado à execução de aterramento temporário, visando à equipotencialização e proteção pessoal contra energização indevida do circuito em intervenção.



- **Tapetes Isolantes:** utilizado principalmente em subestações, sendo aplicado na execução da isolação contra contatos indiretos, minimizando assim as consequências por uma falha de isolação nos equipamentos. Pode ser encontrado de borracha ou outro material que não conduza energia.



- **Cones e bandeiras de sinalização:** destinados a fazer a isolação de uma área onde estejam sendo executadas intervenções.



- **Placas de sinalização:** utilizadas para sinalizar perigo (perigo de vida, etc.) e situação dos equipamentos (equipamentos energizados, não manobre este equipamento sobre carga, etc.), visando assim à proteção de pessoas que estiverem trabalhando no circuito e de pessoas que venham a manobrar os sistemas elétricos.



Nos trabalhos em instalações elétricas, quando as medidas de proteção coletiva forem tecnicamente inviáveis ou insuficientes para controlar os riscos, devem ser adotados equipamentos de **proteção**

**individual (EPIs)** específicos e adequados às atividades desenvolvidas, de acordo com a norma NR-6. As vestimentas de trabalho devem ser adequadas às atividades, considerando-se, também, a condutibilidade, a inflamabilidade e as influências eletromagnéticas.

É vedado o uso de adornos pessoais nos trabalhos com instalações elétricas ou em suas proximidades, principalmente se forem metálicos ou que facilitem a condução de energia. Todo EPI deve possuir um Certificado de Aprovação (CA) emitido pelo Ministério do Trabalho e Emprego.

Veja agora a explicação de alguns EPIs usados com instalações elétricas:

- **Capacetes:** destina-se a proteção do crânio contra impactos e perfurações provenientes da queda de objetos e riscos associados a choques elétricos. Em serviços com eletricidade usa-se o capacete classe B tipo II, devido a alta resistência dielétrica.



- **Óculos de segurança:** proteção dos olhos do usuário contra impactos de partículas volantes multidirecionais. Quando colorido, serve além do que foi descrito anteriormente, como também filtro de luz.



- **Luvas Isolantes:** as luvas isolantes apresentam identificação no punho, próximo da borda, onde informa algumas especificações como a tensão de uso, com as cores correspondentes a cada uma das seis classes existentes. Essa classificação é regulamentada pela norma ABNT/NBR10622 através do nível de tensão de trabalho e de teste:

Classes de luvas isolantes (NBR 10622:89)

Classe	Cor	Tensão de Uso (V)	Tensão de Ensaio (V)	Tensão de Perfuração (V)
00	bege	500	2.500	5.000
0	vermelha	1.000	5.000	6.000
1	branca	7.500	10.000	20.000
2	amarela	17.000	20.000	30.000
3	verde	26.500	30.000	40.000
4	laranja	36.000	40.000	50.000



- **Luvras de cobertura:** são de vaqueta e servem para proteção de mãos contra agentes abrasivos e escoriantes, devendo ser aplicada sobre as luvas isolantes em serviços com sistemas elétricos energizados.



- **Calçado de Segurança (Sapatos/Botas):** utilizado para minimizar as consequências de contatos com partes energizadas, as botinas são selecionadas conforme o nível de tensão de isolação e

aplicabilidade (trabalhos em linhas energizadas ou não). Devem ser acondicionadas em local apropriado, para a não perder suas características de isolamento.



- **Cinturão de segurança:** destinado à proteção contra queda, sendo obrigatória sua utilização em trabalhos acima de 2 metros de altura. Pode ser basicamente de dois tipos: abdominal e de três pontos (paraquedista). Para o tipo paraquedista, podem ser utilizados trava-quedas instalados em cabos de aço ou flexível fixados em estruturas a serem escaladas.



- **Máscaras/Respiradores e Protetores auriculares:** as máscaras são utilizadas em áreas confinadas e sujeitas a emissão de gases e poeiras. Existem vários tipos de máscaras e respiradores, cada um para uma classe específica de uso. Já nos protetores auriculares devem ser utilizados protetores apropriados, sem elementos metálicos.



**Protetor Auricular  
Tipo Concha**



**Protetor Auricular  
Descartável**



- **Mangas de borracha:** Protege os braços e antebraços contra instalações ou partes energizadas. Classe 0-BTClasses 1/2/3 e 4 – AT



- **Roupa contra arco-elétrico:** uniformes de trabalho feitos de algodão ou de tecido mistos de poliéster e algodão, independentemente de peso, podem se inflamar em determinado nível de exposição e continuarão a queimar, aumentando a extensão das lesões provenientes do arco. Use somente macacões específicos para uso em eletricidade.

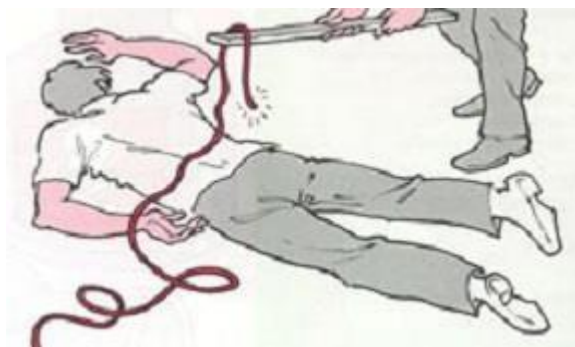


## Primeiros Socorros em Caso de Acidente com Eletricidade

Quando ocorrer um acidente no trabalho com eletricidade é sinal de que alguma medida de segurança descrito no MCRE não foi seguido a risca ou ignorado. Então como muitas vezes o efeito de um choque elétrico pode ser fatal quanto mais rápido for o socorro a vítimas de acidentes com eletricidade, maior serão as chances de sobrevivência da mesma. Seguem alguns pontos básicos ao prestar o socorro para a vítima:

### Sequência das fases do socorro - Avaliação da cena

**01 - segurança da cena (sua e das vítimas):** antes de encostar na vítima, procure livrá-la da corrente elétrica, seja rápido e cauteloso, nunca utilize as mãos ou qualquer objeto metálico ou molhado para afastar um fio ou interromper um circuito.



**02 - solicitação de recursos adicionais (SAMU/Bombeiros):** mantenha a calma, sempre. Você deve organizar a situação. Identifique o problema e o isole quando possível. Isole a área do acidente para que outras pessoas não tenham contato com a linha ou equipamento energizado e principalmente avalie sua própria segurança acima de tudo. Chame o SAMU (192) ou Bombeiros (193) em caso de incêndio.

### Sequência das fases do socorro - Avaliação da Vítima

**03 - impressão geral da vítima (clínica ou trauma):** não mova a vítima mais do que o necessário para sua segurança. Se você identificou desde o início que se trata de um caso de tentativa de

suicídio, arrole testemunhas de que o atendimento foi recusado por parte da vítima.

**04 - nível de consciência (alerta, verbaliza, doloroso ou inconsciente):** após 'livrar' a vítima da corrente energizada com segurança, examine para ver se ela respira, caso ela não esteja respirando inicie a respiração artificial.

**05 - abrir vias aéreas sem comprometer a coluna cervical:**



**06 - avaliar a respiração: ver, ouvir e sentir;**



**07 - avaliar circulação: presença de pulso carotídeo (pescoço);**



**08 - verificar e controlar possíveis hemorragias;**



**09 - não encostar em ferimentos por queimaduras (evitar infecção)**



**10 - fazer massagem cardíaca ao perceber que a vítima está com parada cardiorespiratória: veja nas ilustrações abaixo como realizar a massagem cardíaca corretamente.**

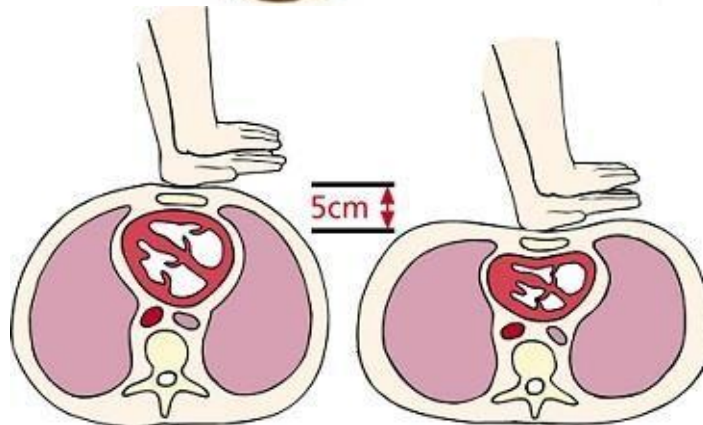
**TEMPO**



**1 min** Após uma parada, cada minuto sem socorro significa 10% a mais de risco de morte

**10 min** É o tempo que um indivíduo pode morrer se não tiver auxílio

**50%** Quando essa cadeia funciona, a sobrevivência chega à metade. Quando há falhas, baixa para 2%



A falta de oxigênio no cérebro causa perda da consciência, que resulta em ausência ou respiração anormal. A lesão cerebral é mais provável se não for tratada a parada cardíaca por mais de cinco minutos. Para a melhor chance de sobrevivência e recuperação neurológica, o tratamento imediato e decisivo é um imperativo.

**Fraturas por queda (braço/pernas):** nunca tente endireitar uma fratura ou colocar o osso no lugar. Em caso de fratura exposta, em que o osso perfura a pele, cobrir o ferimento, de preferência com gaze esterilizada ou um pano limpo e aguarde a chegada do SAMU para tomar os procedimentos corretos, quanto menos mexer a vítima melhor. Ainda no caso de fratura exposta se houver um sangramento muito intenso, fazer compressão na região antes da fraturada com panos limpos.

**Suspeita de hemorragia interna por queda:** os principais sintomas de hemorragia interna por queda são (quando a vítima está consciente): palidez, sonolência, suor excessivo, sede, frequência cardíaca acelerada, contusões e manchas na pele, dor na região abdominal, vômito ou evacuação com sangue. Não mexa na vítima e **NUNCA** dê nada para o paciente beber (esse, aliás, é um erro muito comum em qualquer tipo de socorro). Aguarde a chegada do SAMU para prestar o socorro corretamente.

**Suspeita de fratura na coluna cervical:** os sintomas mais comuns são dor muito intensa na coluna, ereção involuntária do pênis, perda dos movimentos, perda da sensibilidade ou formigamento em membros. Se a vítima estiver consciente, deve-se perguntar diretamente a ela o local onde sente dores, se pode mover as mãos, pés ou dedos. Evite movimentar ou mexer na vítima com suspeita de fratura de coluna, devendo esperar, sempre que possível, o socorro especializado.

**Suspeita de fratura de crânio:** as fraturas de crânio são sempre graves, tendo em vista a possibilidade das lesões atingirem o cérebro, e estas nem sempre são visíveis. *Sintomas apresentados:* dor de cabeça, perda de sangue pelo nariz, ouvidos ou boca, tontura seguida de desmaios e com possibilidade de perda da consciência, enjoo e vômitos, podendo ocorrer ainda alterações no tamanho das pupilas.

*Procedimentos:* mantenha a cabeça da vítima levemente levantada, se houver sangramento enfaixe a cabeça da vítima, mas tome cuidado para não apertar as áreas moles ou deprimidas. **NUNCA** dê comida ou bebida, mantenha atenção aos sinais vitais, tenha cuidado especial com as vias aéreas, evitando que a vítima sofra afogamento por vômito ou sangramento, aguarde a chegada do socorro especializado.

**Suspeita de fratura de costela:** a fratura de costela é um traumatismo na região torácica que pode determinar a fratura de uma ou mais costelas. A vítima com suspeita de fratura de costela apresenta dor intensa no local, que se agrava com os movimentos de respiração, que perfurando os pulmões poderá apresentar golfadas de sangue vermelho vivo pela boca.

*Procedimentos:* Deve-se movimentar a vítima o mínimo possível; se houver golfadas de sangue pela boca, cuidado com as vias respiratórias, pois podem ser obstruídas. O caso é grave, **NUNCA** dê água para a vítima, aguarde a chegada do socorro especializado.

## **Documentação de Instalações Elétricas**

De acordo com a norma NR 10, todas as empresas estão obrigadas a manter documentado todos os diagramas unifilares das instalações elétricas com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção. Devem ser mantidos atualizados os diagramas unifilares das instalações elétricas com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção.

Outro item obrigatório documental é ter o Prontuário de Instalações Elétricas, contendo todos os documentos necessários para a prevenção dos riscos, durante a construção, operação e manutenção do sistema elétrico, que inclui: esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos, especificações do sistema de aterramento dos equipamentos e dispositivos de proteção, entre outros que iremos listar a seguir. O Prontuário de instalações elétricas deve ser organizado e mantido pelo empregador ou por pessoa formalmente designada pela empresa e permanecer à disposição dos trabalhadores envolvidos

nas instalações e serviços em eletricidade. Este prontuário deve ser revisado e atualizado sempre que ocorrerem alterações nos sistemas elétricos. Os documentos previstos no Prontuário de Instalações Elétricas devem ser elaborados por profissionais legalmente habilitados.

Veja alguns itens necessário no Prontuário de Instalações Elétricas, que na verdade é a reunião de toda documentação de uma instalação elétrica:

- projeto original aprovado por um engenheiro habilitado
- características dos equipamentos/máquinas/funcionamento
- informações das proteções existentes
- eventuais modificações ocorridas (objetiva evitar trabalho *as cegas*)
- documentos relativos às instalações
- trabalhos realizados nas instalações

Estes são alguns itens básicos que deverão ser documentados.

Agora os estabelecimentos/empresas/indústrias com potência instalada igual ou superior a 75 kW, devem constituir de um Prontuário de Instalações Elétricas de forma a organizar o memorial contendo, no mínimo:

- os diagramas unifilares, os sistemas de aterramento e as especificações dos dispositivos de proteção das instalações elétricas;
- o relatório de auditoria de conformidade à NR-10, com recomendações e cronogramas de adequação, visando ao controle de riscos elétricos;
- o conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas à NR-10 e descrição das medidas de controle existentes;
- a documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas;
- os equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental aplicáveis, conforme determina a NR-10;

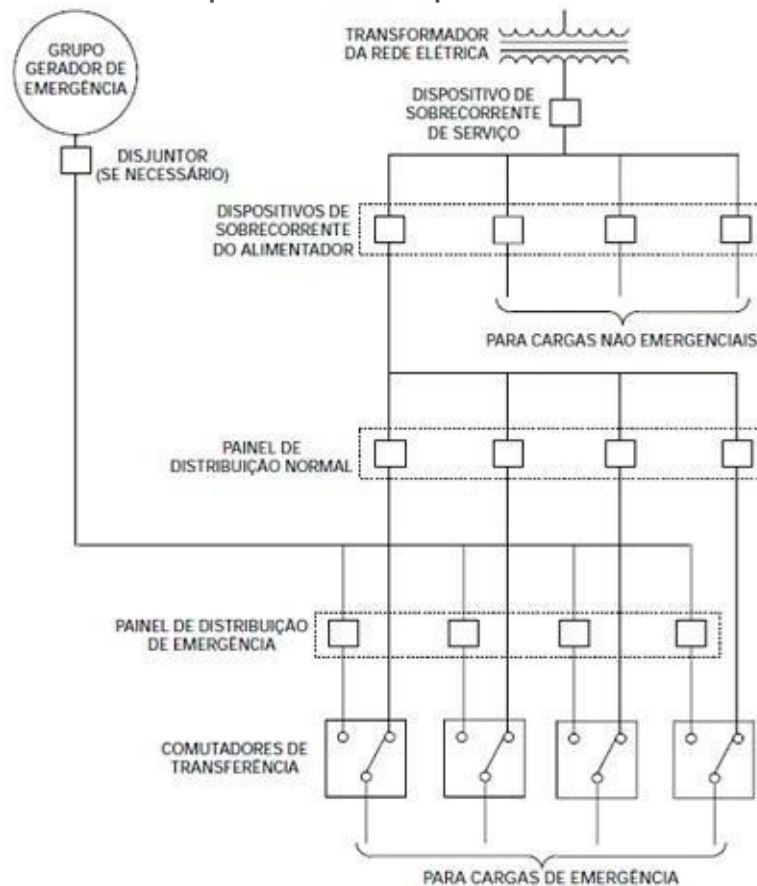
- a documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos profissionais e dos treinamentos realizados;
- as certificações de materiais e equipamentos utilizados em área classificada.

O próprio item 10.2.4 da NR 10 deixa bem claro essa exigência:

**10.2.4.** *Os estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW devem constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas, contendo, além do disposto no subitem 10.2.3, no mínimo:*

- a) conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas a esta NR e descrição das medidas de controle existentes;*
- b) documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos;*
- c) especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental, aplicáveis conforme determina esta NR;*
- d) documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados;*
- e) resultados dos testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva;*
- f) certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas;*
- g) relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações, contemplando as alíneas de “a” a “f”.*

## Exemplo de um esquema unifilar.



Além desta documentação básica para estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW, é exigido ainda, conforme consta nos itens 10.2.3 e 10.2.4 da NR 10, a seguinte documentação:

- Conjunto de procedimentos, instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas a esta NR e descrição das medidas de controle existentes para as mais diversas situações (Manobras, manutenção programada, manutenção preventiva, manutenção emergencial, etc.);
- Documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos;
- Especificação dos equipamentos de proteção coletiva, proteção individual e do ferramental, aplicáveis conforme determina esta NR;
- Documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores, os treinamentos

realizados e descrição de cargos/funções dos empregados que são autorizados para trabalhos nestas instalações;

- Resultados dos testes de isolação elétrica realizada em equipamentos de proteção individual e coletiva que ficam a disposição nas instalações;
- Certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas;
- Relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações, contemplando as alíneas de "a" a "f".

## **Normas ABNT sobre Instalações Elétricas**

As normas técnicas oficiais brasileiras são desenvolvidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e registradas no Instituto Nacional de Metrologia e Qualidade Industrial (INMETRO). Essas normas são o resultado de uma ampla discussão de profissionais e instituições, organizados em grupos de estudos, comissões e comitês. A sigla NBR que antecede o número de muitas normas significa Norma Brasileira Registrada. A ABNT é a representante brasileira no sistema internacional de normalização, composto de entidades nacionais, regionais e internacionais. Para atividades com eletricidade, há diversas normas, abrangendo quase todos os tipos de instalações e produtos, entre elas destacamos:

### **NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão**

Esta Norma estabelece as condições que as instalações elétricas de baixa tensão devem ter a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. Esta Norma aplica-se principalmente às instalações elétricas de edificação, residencial, comercial, público, industrial, de serviços, agropecuário, hortigranjeiro, etc.

Ela se aplica nas instalações elétricas de:

- áreas descobertas das propriedades, externas às edificações;
- reboques de acampamento (trailers), locais de acampamento (campings), marinas e instalações análogas;
- canteiros de obras, feiras, exposições e outras instalações temporárias.
- aos circuitos elétricos alimentados sob tensão nominal igual ou

inferior a 1000 V em corrente alternada, com frequências inferiores a 400 Hz, ou a 1500 V em corrente contínua;

- aos circuitos elétricos, que não os internos aos equipamentos, funcionando sob uma tensão superior a 1000 V e alimentados através de uma instalação de tensão igual ou inferior a 1000 V em corrente alternada (por exemplo, circuitos de lâmpadas a descarga, precipitadores eletrostáticos etc.);
- a toda fiação e a toda linha elétrica que não sejam cobertas pelas normas relativas aos equipamentos de utilização;
- às linhas elétricas fixas de sinal (com exceção dos circuitos internos dos equipamentos).

Ela não se aplicará em:

- instalações de tração elétrica;
- instalações elétricas de veículos automotores;
- instalações elétricas de embarcações e aeronaves;
- equipamentos para supressão de perturbações radioelétricas, na medida em que não comprometam a segurança das instalações;
- instalações de iluminação pública;
- redes públicas de distribuição de energia elétrica;
- instalações de proteção contra quedas diretas de raios. No entanto, esta Norma considera as consequências dos fenômenos atmosféricos sobre as instalações (por exemplo, seleção dos dispositivos de proteção contra sobre tensões);
- instalações em minas;
- instalações de cercas eletrificadas. Os componentes da instalação são considerados apenas no que concerne à sua seleção e condições de instalação. Isto é igualmente válido para conjuntos em conformidade com as normas a eles aplicáveis.

Demais informações sobre esta norma podem ser consultados direto no site da ABNT pelo endereço:

<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=10146>

### **NBR 14039 – Instalações Elétricas de Média Tensão, de 1,0 kV a 36,2 kV**

Esta norma abrange as instalações de consumidores, incluindo suas subestações, dentro da faixa de tensão especificada. Não se inclui nesta norma as redes de distribuição das empresas

concessionárias de energia elétrica. Além de todas as prescrições técnicas para dimensionamento dos componentes dessas instalações, a norma estabelece critérios específicos de segurança para as subestações consumidoras, incluindo acesso, parâmetros físicos e de infra estrutura. Procedimentos de trabalho também são objeto de atenção da referida norma que, a exemplo da NBR 5410, quem também especifica as características de aceitação e manutenção dessas instalações. Existem muitas outras normas técnicas direcionadas às instalações elétricas, cabendo aos profissionais conhecerem as prescrições que elas estabelecem, de acordo com o tipo de instalação em que estão trabalhando.

As prescrições desta Norma constituem as exigências mínimas a que devem obedecer as instalações elétricas às quais se refere, para que não venham, por suas deficiências, prejudicar e perturbar as instalações vizinhas ou causar danos a pessoas e animais e à conservação dos bens e do meio ambiente. Esta Norma aplica-se às instalações novas, às reformas em instalações existentes e às instalações de caráter permanente ou temporário.

Esta norma se aplica em:

- na construção e manutenção das instalações elétricas de média tensão de 1,0 a 36,2 kV a partir do ponto de entrega definido pela legislação vigente incluindo as instalações de geração, distribuição de energia elétrica. Devem considerar a relação com as instalações vizinhas a fim de evitar danos às pessoas, animais e meio ambiente.

Ela não se aplica em:

- instalações elétricas de concessionários dos serviços de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, no exercício de suas funções em serviço de utilidade pública;
- instalações de cercas eletrificadas;
- trabalhos com circuitos energizados.

Veja mais algumas normas da ABNT na qual você deverá se familiarizar:

**NBR IEC 60079-14:2009 (Versão Corrigida 2013) - Atmosferas explosivas - Parte 14: Projeto, seleção e montagem de instalações elétricas:** Esta parte da série ABNT NBR IEC 60079 contém os requisitos específicos para o projeto, seleção e

montagem de instalações elétricas em áreas classificadas associadas com atmosferas explosivas.

**NBR 5419 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas:** Fixa as condições exigíveis ao projeto, instalação e manutenção de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) de estruturas, bem como de pessoas e instalações no seu aspecto físico dentro do volume protegido. Está dividida em 4 partes: Parte 1: *Princípios gerais*, Parte 2: *Gerenciamento de risco*, Parte 3: *Danos físicos a estruturas e perigos à vida*, Parte 4: *Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura*

**NBR 13571 - Haste de aterramento aço-cobreada e acessórios:** Esta Norma fixa os requisitos mínimos exigíveis para hastes de aterramento aço-cobreadas e seus acessórios, utilizados em instalações de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, em instalações elétricas industriais, comerciais, rurais, prediais e residenciais em geral, instalações de telecomunicação e centro de processamento de dados e outros.

**NBR 5370 - Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência:** Esta Norma fixa as condições exigíveis para conectores de cobre que ligam condutores de cobre a condutores de cobre ou alumínio ou a equipamentos elétricos em sistema de potência e em instalações industriais.

**NBR 5460 - Sistemas elétricos de potência:** Esta Norma define termos relacionados com sistemas elétricos de potência, explorados por concessionários de serviços públicos de energia elétrica.

**NBR 5456 - Eletricidade geral - Terminologia:** Esta Norma define termos de matemática, aplicados ao estudo dos campos e de circuitos, termos de física geral (não elétricos) e de química, relacionados com o estudo de fenômenos eletromagnéticos, termos fundamentais de eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo, termos fundamentais sobre ondas, termos gerais de tecnologia elétrica.

**NBR 8664 - Sinalização para identificação de linha aérea de transmissão de energia elétrica:** Esta Norma estabelece os

requisitos para sinalização de identificação de linha aérea de transmissão de energia elétrica, bem como, quando necessário, da sua faixa e/ou de seus acessos.

**NBR 16081 - Isolador de porcelana ou vidro para tensões acima de 1000 V em corrente contínua — Especificação, método de ensaio e critério de aceitação:** Esta Norma é aplicável a cadeias de isoladores de porcelana ou vidro para uso em linhas de **transmissão** de alta tensão, em corrente contínua, com uma tensão nominal acima de 1000 V. Esta Norma não é aplicável a isoladores compostos. A aplicação desta Norma para isoladores a serem utilizados em outras situações que não sejam linhas de corrente contínua será deixada aos comitês técnicos pertinentes.

**NBR 15238 - Sistema de sinalização para linhas aéreas de transmissão de energia elétrica:** Esta Norma fixa os requisitos mínimos exigíveis que assegurem qualidade, funcionalidade, características óticas, fotométricas e ambientais aos sistemas de sinalização para linhas aéreas de **transmissão** de energia elétrica.

## **Bibliografia/Links Recomendados**

NR10 : 2004 - Portal do Ministério do Trabalho e Emprego  
[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A38CF493C013906EC437E23BF/NR-10%20\(atualizada\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A38CF493C013906EC437E23BF/NR-10%20(atualizada).pdf)

[www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br)

KINDERMANN, Geraldo. Choque elétrico. Editora Sagra Luzato, Edição 2, Ano 2000.

RIBEIRO, Marcelo. Norma Regulamentadora nº 10: Segurança em Instalações Elétricas. eBook Amazon Kindle. Ano 2014.

Vários Autores. NR-10. Guia Prático De Análise E Aplicação. Editora Érica. 2010.



Desejamos que este Curso, agregue valores para a sua vida.

Eraldo de Freitas

Pós Graduado em Educação Profissional.

Monica Celis

Departamento Técnico de Ensino.