



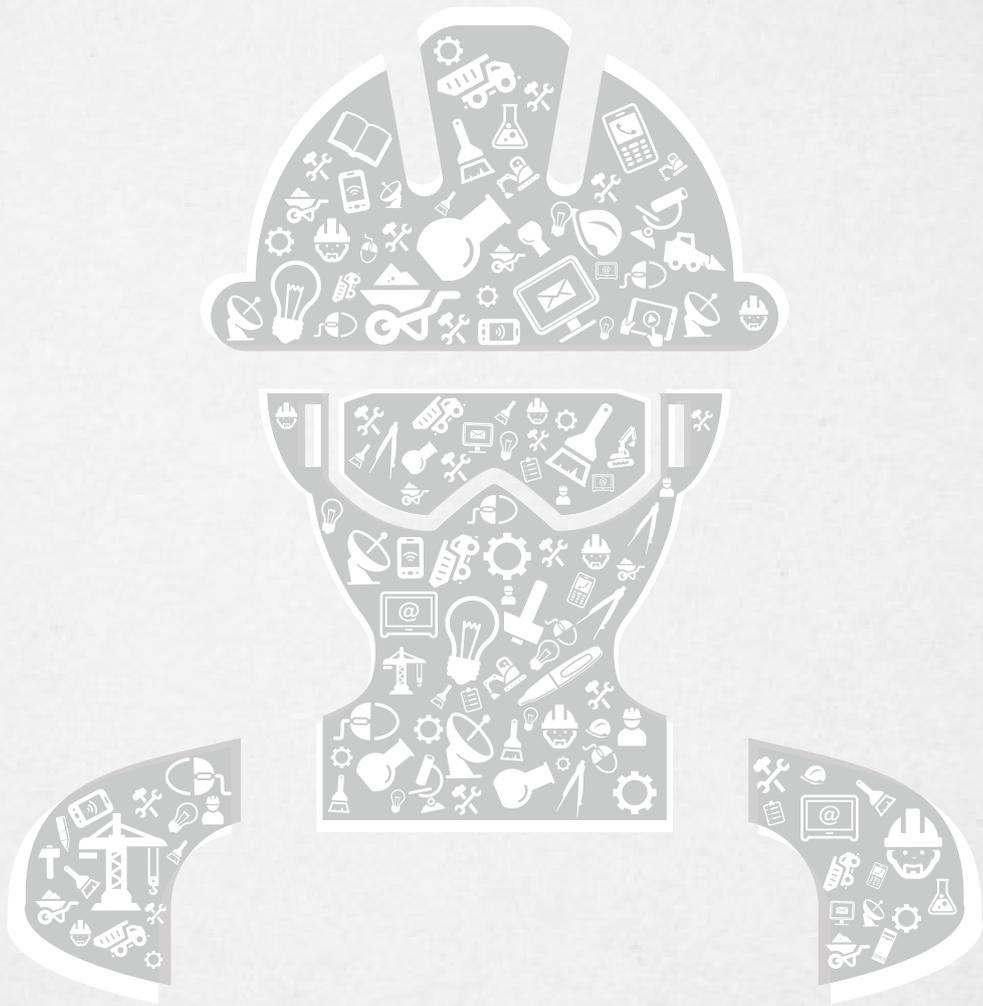
Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria



SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO

NR10: SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE





LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Zona de risco, controlada e livre	18
Tabela 2 - Efeito dos choques elétricos em função do percurso no corpo humano	35
Tabela 3 - Temperaturas máximas das superfícies externas dos equipamentos elétricos dispostos no interior da zona de alcance normal	40
Tabela 4 - Níveis máximos de temperatura superficial	57
Tabela 5 - Valores da tensão de contato limite	79
Tabela 6 - Espaçamento para instalações internas	83
Tabela 7 - Espaçamento para instalações externas	84
Tabela 8 - Esquemas de aterramento x Dispositivos de proteção	92
Tabela 9 - Tempos de seccionamento máximos no esquema TN	93
Tabela 10 - Tempos de seccionamento máximos no esquema TN	94
Tabela 11 - TClassificação quanto à competência	95
Tabela 12 - Classificação da resistência elétrica do corpo humano	96
Tabela 13 - Classes de luvas isolantes	115
Tabela 14 - Cálculo da unidade extintora	195

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 - causas de acidentes elétricos 63
- Quadro 2 - Seccionamento ou desligamento 72
- Quadro 3 - Esquemas TN-S e IT 93
- Quadro 4 - Secção de condutores 99
- Quadro 5 - Matriz de classificação de risco 123
- Quadro 6 - Troca de disjuntor residencial 124
- Quadro 7 - Diferenças entre serpentes peçonhentas e não-peçonhentas 162
- Quadro 8 - Características e consequências de acidentes c/ ofídios 163
- Quadro 9 - Características das principais aranhas perigosas do Brasil 165
- Quadro 10 - Agentes extintores 180

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 9

1. CONCEITOS BÁSICOS E NORMATIZAÇÃO 10

- 1.1 Fontes de energia 10
- 1.2 Corrente alternada e corrente contínua 12
- 1.3 Baixa, média e alta tensão 15
- 1.4 Instalação elétrica permanente e temporária 15
- 1.5 Trabalho em proximidade 16
- 1.6 Zona de risco, controlada e livre 17
- 1.7 NBR 5410 - Instalações de baixa tensão 19
- 1.8 NBR 5410 - Instalações elétricas de média tensão de 1,0 a 32,6 KV 20
- 1.9 NBR 5419 - Proteção de estrutura contra descargas atmosféricas 20
- 1.10 NBR IEC 60079-14/2009 - Projeto, seleção e montagem de instalações elétricas 20
- 1.11 NBR 13534 - Instalações elétricas em ambientes assistenciais de saúde 20
- 1.12 NBR IEC 13570 - Instalações elétricas em locais de afluência de público 20
- 1.13 NBR 16690 - Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos 21
- 1.14 Profissional qualificado 24
- 1.15 Profissional habilitado 25
- 1.16 Profissional capacitado 24
- 1.17 Treinamento de segurança 25
- 1.18 Autorização 26

2. RISCOS DE ACIDENTES 28

- 2.1 Choque elétrico 29
- 2.2 Incêndio de origem elétrica 46
- 2.3 Campos eletromagnéticos 47
- 2.4 Riscos presentes nas atividades com eletricidade 48
- 2.5 Segurança no trabalho 61

3. MEDIDAS DE PREVENÇÃO 66

- 3.1 Medidas de prevenção 66
- 3.2 Medidas de eliminação do fator de risco 70

SUMÁRIO

3.3 Medidas de proteção coletiva	80
3.4 Influências externas	94
3.5 Proteção adicional	96
3.6 Equipamentos com isolação dupla ou reforçada	96
3.7 Esquemas de aterramento	98
3.8 Dispositivo de proteção à corrente diferencial residual	104
3.9 Medidas de proteção contra arcos elétricos	110
3.10 Medidas de proteção em áreas classificadas	111
3.11 Medidas de proteção individual	112
3.12 Higienização e guarda de equipamentos de proteção	117
3.13 Inspeção e certificação de equipamentos de proteção	119
4. ADMINISTRAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DA SEGURANÇA	120
4.1 Medidas administrativas de organização	121
4.2 Elaboração de análise de risco	124
4.3 Outras técnicas para identificação e análise de riscos	127
4.4 Procedimentos de trabalho	128
4.5 Responsabilidades	133
4.6 Condições ou situações de risco grave e iminente	136
5. PRIMEIROS SOCORROS	137
5.1 Procedimentos para prestar os primeiros socorros	137
5.2 Avaliação da vítima	140
5.3 Procedimentos para ressuscitação em caso de parada cardiorespiratória (PCR)	143
5.4 Como prestar os primeiros socorros a uma vítima de choque elétrico	148
5.5 Fatores que determinam a gravidade do choque elétrico	149
5.6 Tetanização	150
5.7 Fibrilação ventricular	150
5.8 Queimaduras	151
5.9 Lesões por riscos adicionais	155
5.10 Técnicas de remoção e transporte	157
5.11 Transporte de vítimas do local do acidente	157
5.13 Riscos de acidentes no trabalho em campo	160

5.14 Reconhecendo artrópodes perigosos 165

5.15 Animais raivosos e insetos 167

6. PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS 169

6.1 Prevenindo e combatendo incêndios 169

6.2 Classes de incêndios 175

6.3 Métodos de extinção de incêndios 177

6.4 Extintores de incêndios 180

7. REFERÊNCIAS 196





APRESENTAÇÃO



A Norma Regulamentadora n.º10 Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade (NR-10) estabelece os requisitos mínimos para o reconhecimento, avaliação, monitoramento e controle dos riscos existentes na realização dessas atividades. Atendendo à legislação do Ministério da Economia, Secretaria do Trabalho, e suas Normas Regulamentadoras sobre Segurança e Saúde no Trabalho, esse livro aborda a os conceitos básicos e normatização para a Segurança em eletricidade.

O livro faz uma abordagem das normas de segurança, procedimentos de trabalho, proteções coletivas e individuais que antecedem a operação segura do equipamento.

A unidade de estudo 1 aborda os conceitos básicos de eletricidade como as fontes de energia, tipos de corrente e tensão, classificação por níveis de tensão, tipos de instalações e de trabalhos a proximidade. Além disso, traz os assuntos abordados pelas principais normas técnicas brasileiras e regulamentações do Ministério da Economia. A classificação e autorização dos trabalhadores e a documentação exigida pela norma, também são tratados nesta unidade.

O material didático da NR-10 é mais uma contribuição do Social da Indústria (SESI) para ampliar as oportunidades de capacitação dos profissionais brasileiros, buscando acima de tudo oferecer condições para a compreensão da necessidade de trabalhar com segurança, para a preservação da saúde e da vida do trabalhador bem como evitar perdas materiais e retrabalhos desnecessários.

1. CONCEITOS BÁSICOS E NORMATIZAÇÃO

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, muito contribui para o desenvolvimento econômico e social da humanidade.

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 desta “invisibilidade”, as pessoas são, muitas vezes, expostas a situações de risco ignoradas ou mesmo subestimada.

Acidentes ocorridos com eletricidade, no lar e no trabalho, ocorrem com muita frequência e certamente são os que trazem as mais graves consequências. As normas de segurança estabelecem que pessoas devam ser informadas sobre os riscos a que se expõem, assim como conhecer os seus efeitos e as medidas de segurança aplicáveis.

Além disso, a eletricidade constitui em risco ao patrimônio, pois temos que muitos incêndios, explosões e demais acidentes ampliados são causados por curtos-circuitos, consequentes de instalações defeituosas, devido a diversos fatores, tais como: ausência de manutenção, ou mesmo manutenção inadequada, falta de proteção, ou operação incorreta de dispositivos e equipamentos elétricos. As sobrecargas nos circuitos, também são motivos para ocorrências de incêndios nas instalações elétricas, principalmente em edifícios comerciais e também indústrias de diversos segmentos; como consta historicamente nos desastres atendidos pelo Corpo de Bombeiros. Já nas “favelas” temos diversas ligações elétricas clandestinas e fora dos padrões exigidos pelas normas técnicas vigentes, propiciando eventos desastrosos.

Conhecimentos básicos em eletricidade e em segurança em eletricidade irão auxiliar no desenvolvimento de suas atividades profissionais nesta importante área de qualquer atividade laboral.

1.1 FONTES DE ENERGIA

Dentre os diversos conceitos para a palavra **energia**, no âmbito da ciência a energia pode ser vista como a capacidade de realizar trabalho. Segundo a classificação científica, a energia pode existir em quatro formas: cinética, potencial, massa e radiante.

A **energia cinética** refere-se ao movimento de um corpo e é proporcional à massa e à velocidade do corpo que se movimenta. Quando um corpo estiver em repouso, a energia cinética será nula. Quando um corpo está em movimento a energia cinética é diferente de zero.

Energia potencial tem relação com a configuração ou posição de um corpo em um sistema, podendo ser também vista como a energia “armazenada” em um objeto e que com a realização de trabalho será transformada em outros tipos de energia. Pode ser do tipo gravitacional ou elástica.

Energia potencial gravitacional é a energia armazenada em um corpo sujeito a força da gravidade enquanto que a energia potencial elástica está associada à energia armazenada na elasticidade de um corpo, que faz que ele se deforme com a atuação de uma força e volte a sua forma original quando essa força é cessada.

O conceito de **massa** diz que um corpo em repouso pode ter sua massa convertida em energia por meio de processos físicos. Esse conceito de equivalência entre massa e energia é expresso na equação $E = m \times c^2$ de Albert Einstein.

A energia **radiante** é a energia transmitida por meio de ondas eletromagnéticas e não depende da existência de matéria entre um corpo e outro. O calor proveniente do sol é um exemplo desse tipo de energia.

No cotidiano são dados nomes específicos para deixar clara a forma de armazenamento da energia ou o processo de transformação envolvido.

Assim, outros tipos de energia podem ser descritos como:

- **Energia mecânica:** que é a soma da energia cinética e potencial.
- **Energia térmica:** é a soma das energias cinéticas de suas partículas microscópicas devido aos movimentos de translação, vibração ou rotação.
- **Energia elétrica:** é a energia potencial que se refere a duas partículas com carga elétrica distantes entre si.
- **Energia química:** é a energia potencial das ligações químicas entre os átomos, sendo liberada em reações químicas, como a combustão.
- **Nuclear:** é a energia liberada na transformação de núcleos atômicos, estando ligada à energia da massa já apresentada anteriormente.

Dependendo da origem, as fontes de energia podem ser primárias ou secundárias. As fontes primárias são originadas diretamente dos recursos naturais, como a água, o sol, o vento, o petróleo, o gás natural, o carvão e o urânio. As fontes secundárias são aquelas fontes que passaram por uma transformação, como a energia elétrica que provém da energia potencial da água ou da queima de um combustível em termelétricas.

As fontes de energia também podem ser classificadas como não renováveis, como por exemplo os combustíveis fósseis e os nucleares, que são originados a milhares de anos e dependem des-

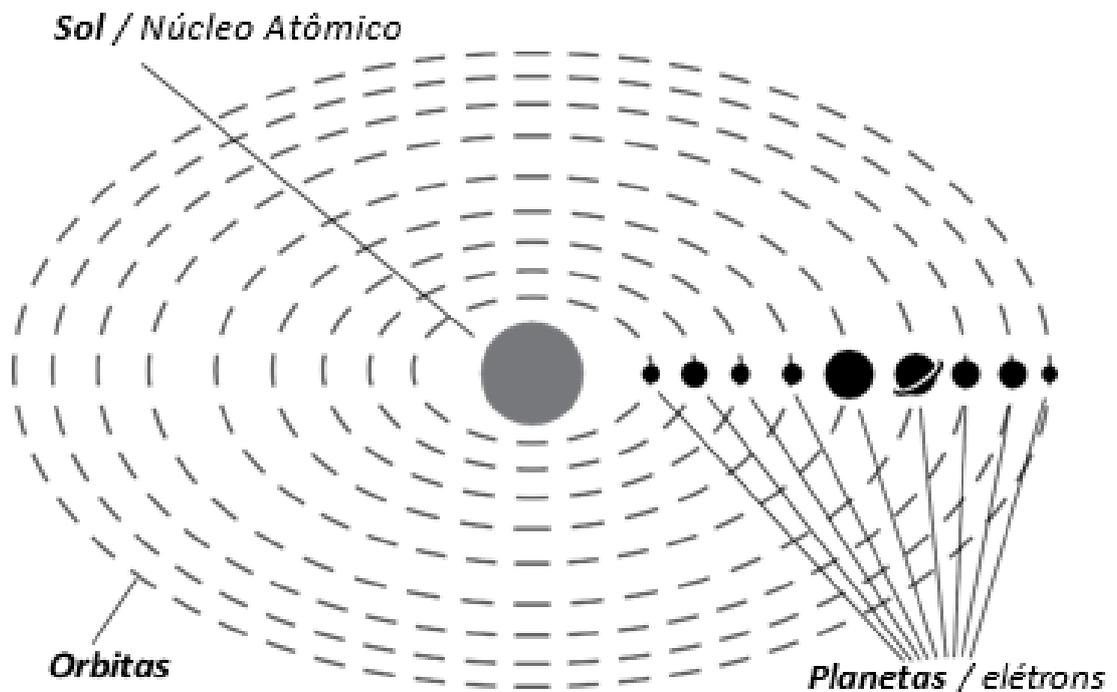
ta escala de tempo para serem renovados, e as fontes de energia renováveis, como a água, sol, biomassa vegetal e residual, vento e marés.

A matriz de geração de energia elétrica do Brasil provém, na sua maioria, de fontes renováveis (hidrelétricas, eólica, solar e biomassa). Segundo dados da ANEEL, mais de 60% da potência total de geração do Brasil vem de usinas hidrelétricas (grandes e pequenas usinas). A segunda forma de geração (transformação) de energia elétrica com maior utilização no Brasil é a termoelétrica (de combustíveis fósseis e biomassa), com aproximadamente 24% da potência total de geração do Brasil. A geração de energia elétrica eólica (produzida pela força dos ventos) e a fotovoltaica (solar), são as fontes alternativas que tem apresentado maior crescimento no Brasil. As usinas nucleares de Angra I e II, não representam valores significativos na produção de energia elétrica no Brasil.

1.2 CORRENTE ALTERNADA E CORRENTE CONTÍNUA

Para entendermos o que é corrente e tensão elétrica façamos uma analogia entre o sistema solar e os átomos (Figura 1): tem-se o Sol como núcleo atômico e os planetas como os elétrons girando ao seu redor em órbitas pré-determinadas, como as camadas da eletrosfera. Lembre-se de seus estudos, o elétron possui carga elétrica negativa. O núcleo, por sua vez, tem carga positiva por ser constituído por prótons e nêutrons. Então prótons têm carga elétrica positiva e elétrons tem carga elétrica negativa.

O fato é que alguns elétrons, os chamados elétrons livres, se deslocam de sua órbita natural para outras, inclusive para outros átomos.



Analogia Sistema Solar x Estrutura do Átomo

Esta passagem ou circulação de cargas elétricas em um meio material é chamada de corrente elétrica. A corrente elétrica que ocorre é um fenômeno natural, mas também pode ser produzida pelo homem. Veja-se: quando um determinado corpo está carregado com menos elétrons, entende-se que está carregado positivamente, sendo o inverso verdadeiro – quando houver mais elétrons do que prótons, ele estará carregado negativamente. O fato é que os átomos procuram continuamente um equilíbrio, por vezes perdendo e por vezes ganhando elétrons até atingirem o mesmo número de prótons e elétrons. E quando ocorre uma tensão elétrica?

A tensão elétrica ou diferença de potencial (ddp), como também é chamada, é justamente quando um corpo se encontra frente a outro com quantidade de elétrons diferente da sua.

Quando os elétrons se deslocam de um corpo com mais elétrons para um outro, com menor número de elétrons (em busca do equilíbrio), surge a corrente elétrica.

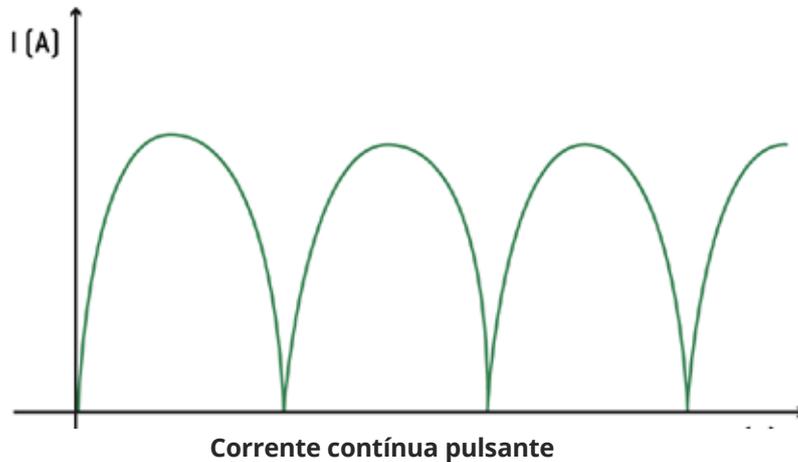
Voltando à analogia inicial, o Planeta Terra é um grande circuito elétrico. Ou seja, todos os elétrons que andam por aí em busca de equilíbrio procurarão um caminho para chegar à terra/solo, e aí começam os problemas. A corrente elétrica procurará sempre o caminho mais curto possível, ou o caminho de menor resistência, para sua passagem. E se o caminho mais curto for através do corpo humano, por exemplo, ocorrerá o choque elétrico.

A corrente e a tensão podem ser do tipo corrente contínua e corrente alternada. Corrente contínua (**CC** ou, em inglês, **DC** - direct current), também chamada de corrente galvânica é o fluxo constante e ordenado de elétrons sempre numa direção. Esse tipo de corrente é gerado por baterias de automóveis ou de motos (6, 12 ou 24V), pequenas baterias (geralmente de 9V), pilhas (1,2V e 1,5V), dínamos, células solares e fontes de alimentação de várias tecnologias, que retificam a corrente alternada para produzir corrente contínua. Normalmente é utilizada para alimentar aparelhos eletrônicos (entre 1,2V e 24V) e os circuitos digitais de equipamento de informática (computadores, modems, hubs, etc.). Este tipo de circuito possui um polo negativo e outro positivo (é polarizado), cuja intensidade é mantida. Mais corretamente, a intensidade cresce no início até um ponto máximo, mantendo-se contínua, ou seja, sem se alterar. Quando desligada, diminui até zero e extingue-se. A corrente contínua pode ter um valor constante durante o tempo como, por exemplo, a tensão elétrica fornecida pelas pilhas, como mostra a Figura 2.



Corrente contínua constante

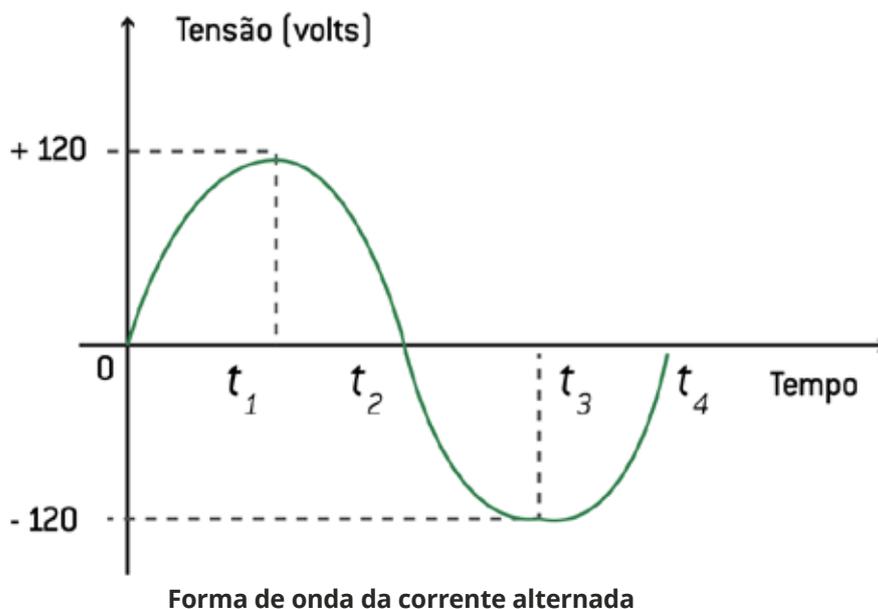
Outra forma de comportamento da corrente contínua e a variável (pulsante), como a tensão elétrica encontrada em retificadores de corrente alternada (Figura 3). Embora não altere seu sentido as correntes contínuas pulsantes passam periodicamente por variações, não sendo necessariamente constantes entre duas medidas em diferentes intervalos de tempo.



A corrente alternada é uma corrente oscilatória que cresce de amplitude em relação ao tempo, segundo uma lei definida. Uma corrente alternada é aquela que inverte, periodicamente, o sentido no qual está circulando e a sua polaridade. Ela também varia a intensidade continuamente no tempo. A forma de onda da corrente alternada é uma função senoidal, como mostrado na Figura 4.

Na figura 4 vemos um exemplo de corrente alternada na qual a tensão varia desde zero até um valor máximo positivo de 120 Volts, no tempo t_1 , depois inicia-se uma diminuição até o valor zero, no tempo t_2 , depois aumenta no sentido negativo até 120 Volts, em t_3 , e se anula, novamente em t_4 .

O conjunto de valores positivos e negativos constitui o que chamamos de um ciclo. Na energia que dispomos em nossas casas, comércio e indústrias, este ciclo ocorre 60 vezes em um segundo, ou seja, 60 ciclos por segundo. É o mesmo que dizermos que a nossa luz apaga e acende cerca de 120 vezes em um segundo, porém nesta velocidade não se percebe visualmente esse rápido pisca-pisca porque o filamento da lâmpada nem chega a se apagar por completo. Na luz fluorescente, que funciona por meio de outro princípio, esse pisca-pisca pode representar um até um perigo, pois em salas que possuem máquinas rotativas, como por exemplo ventiladores, pode ocorrer que tenhamos a sensação de que a máquina está parada, se estiver girando na mesma velocidade que o pisca-pisca da corrente e uma pessoa distraída pode sofrer um acidente ao tocar no ventilador. Este fenômeno é conhecido como “efeito estroboscópico”.



1.3 BAIXA, MÉDIA E ALTA TENSÃO

Uma das principais vantagens da utilização de corrente alternada em relação à corrente contínua é que o nível de tensão elétrica pode ser modificado com relativa facilidade usando transformadores, o que permite que a energia seja transmitida em níveis de tensão elétrica mais altos até próximo aos centros de carga, onde esses níveis de tensão serão rebaixados para tensões mais seguras para uso comercial e residencial. Essa elevação da tensão elétrica para a transmissão de energia (caminho que liga a geração a distribuição) é necessária para possibilitar o transporte da potência gerada a longas distâncias, já que a tensão máxima obtida nos geradores é de 13.800 V (13,8 kV).

Instalações elétricas que utilizam tensões até 1,0 kV em CA e 1,5 kV em CC, são consideradas instalações elétricas de Baixa Tensão (BT). Entre 1,0 kV e 36,2 kV, as instalações elétricas são denominadas de instalações elétricas de Média Tensão (MT). Acima de 36,2 kV, as instalações elétricas são denominadas de instalações elétricas de Alta Tensão (AT). A BT possui uma divisão, onde tensões elétricas abaixo de 50 V em CA e 120 V em CC, são denominadas de Extra Baixa Tensão (EBT).

As linhas de transmissão operam em AT, com tensões de 230 kV, 345 kV, 440 kV, 500 kV e 750 kV (rede básica) e 69kV e 138 kV (subtransmissão). As tensões padrão para a distribuição de energia são 13,8 kV, 23,1 kV e 34,5 kV para redes de MT e 380/220 V e 220/ 127 V para redes de BT.

1.4 INSTALAÇÃO ELÉTRICA PERMANENTE E TEMPORÁRIA

Define-se instalação elétrica como um conjunto de componentes elétricos, associados e com características coordenadas entre si, constituído para utilização de energia elétrica.

Em sua maioria, as instalações de BT situam-se, total ou parcialmente, no interior de edificações,

sejam de uso comercial, industrial ou residencial. O termo “instalação predial”, muitas vezes utilizado para designar apenas instalações residenciais ou comerciais, corresponde, na verdade, a qualquer tipo de instalação contida num “prédio”, seja ele destinado a uso residencial, comercial ou industrial.

Uma instalação temporária é uma instalação elétrica prevista para uma duração limitada às circunstâncias que a motivam. As instalações temporárias são admitidas durante o período de construção, reforma, manutenção, reparo ou demolição de edificações, estruturas, equipamentos ou atividades similares. A NBR 5410 considera três tipos de instalação temporária: instalação de reparos, de trabalho e semipermanente.

Uma instalação de reparos é a instalação temporária que substitui uma instalação permanente, ou parte de uma instalação permanente, que esteja defeituosa. São necessárias sempre que ocorre um acidente que impeça o funcionamento de uma instalação (ou de um setor) existente.

A instalação de trabalho é uma instalação temporária que admite reparações ou modificações de uma instalação existente sem interromper seu funcionamento.

A instalação semipermanente é a instalação temporária destinada a atividades não habituais ou que se repetem periodicamente. As instalações elétricas de canteiros de obras são um exemplo típico de instalação semipermanente, e como tal são consideradas as instalações destinadas:

- à construção de edificações novas;
- aos trabalhos de reforma, modificação, ampliação ou demolição de edificações existentes;
- a obras públicas (redes de água, gás, energia elétrica, obras viárias, etc.).

1.5 TRABALHO EM PROXIMIDADE

A Norma Regulamentadora nº 10, que trata de Segurança em Instalações Elétricas e Serviços em Eletricidade, é aplicada a todos os serviços em eletricidade, seja nas fases de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia, nas etapas de projeto, construção, montagem, operação e manutenção de instalações elétricas.

Esta mesma norma equipara a serviço em eletricidade todo e qualquer trabalho em proximidade de instalações elétricas com exposição aos fatores de risco decorrentes do emprego da energia elétrica, em que o trabalhador adentrar ao espaço definido como zona controlada, seja com parte do corpo ou por meio de extensões condutoras.

Neste contexto, podemos enquadrar as seguintes atividades:

- Trabalhadores instaladores de telefone, quando exercerem suas atividades em postes comuns a telefonia e a rede elétrica;
- Trabalhadores instaladores de TV's a cabo, nas mesmas condições dos trabalhadores da telefonia;

- Trabalhadores atuando na limpeza de faixa de servidão (espaço reservado embaixo das linhas de transmissão);
- Trabalhadores em pintura de estruturas de linhas de transmissão ou na pintura de uma subestação, quando o trabalho é realizado nas proximidades da entrada de energia;
- Trabalhadores da construção civil, quando próximos de redes de distribuição de energia elétrica;
- Trabalhadores instaladores de antenas, também próximos às redes de distribuição de energia elétrica;
- Pintores, instaladores de placas, lavadores de janelas, também na proximidade de redes de distribuição de energia elétrica.

As atividades exercidas dentro da zona controlada são denominadas de atividades a proximidade e os diz-se que os trabalhadores inseridos nesta zona interagem indiretamente com eletricidade.

Importante salientar que as atividades ou operações elementares realizadas com tensão elétrica igual ou inferior a 1,0 kV em CA, ou 1,5 kV em CC, tais como, uso de equipamentos elétricos energizados e os procedimentos de ligar e desligar circuitos elétricos, adequados para operação, podem ser realizados por qualquer pessoa.

1.6 ZONA DE RISCO, CONTROLADA E LIVRE

Entende-se por **zona de risco (ZR)**, a região entorno de parte condutora energizada, não segregada, acessível inclusive acidentalmente, de dimensões estabelecidas de acordo com o nível de tensão (Rr), cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados e com a adoção de técnicas e instrumentos apropriados de trabalho. Para o profissional ser autorizado a ingressar na zona de risco é necessário que tenha recebido treinamento adequado e trabalhe com técnicas de trabalho em linha viva, além de utilizar ferramentas e equipamentos isolados para o nível de tensão do ponto.

Zona Controlada (RC) é a região entorno de parte condutora energizada, não segregada, acessível, de dimensões estabelecidas de acordo com o nível de tensão (Rc), cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados. É a região que fica entre a **zona de risco** e a **zona livre**.

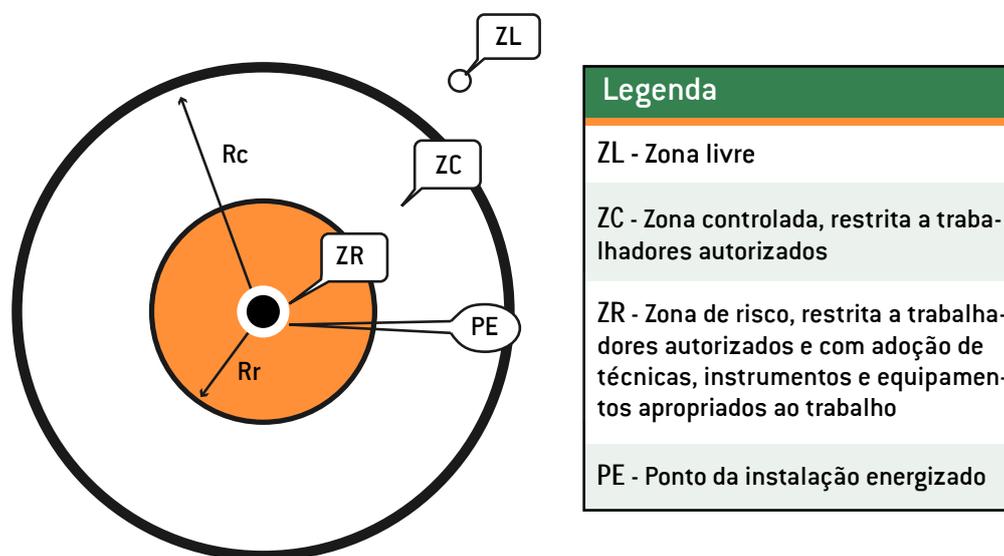
Por **zona livre** entende-se o espaço fora da área delimitada como **zona controlada**, afastado da parte energizada não segregada, onde os trabalhadores não autorizados a realizar serviços com eletricidade podem circular livremente.

Todos os trabalhadores que intervêm em instalações elétricas energizadas e exercem suas atividades dentro dos limites estabelecidos como “zona controlada” e “zona de risco”, devem conhecer e respeitar os distanciamentos definidos para preservar sua saúde e segurança, como listados na tabela abaixo.

Tabela 1 – Zona de risco, controlada e livre

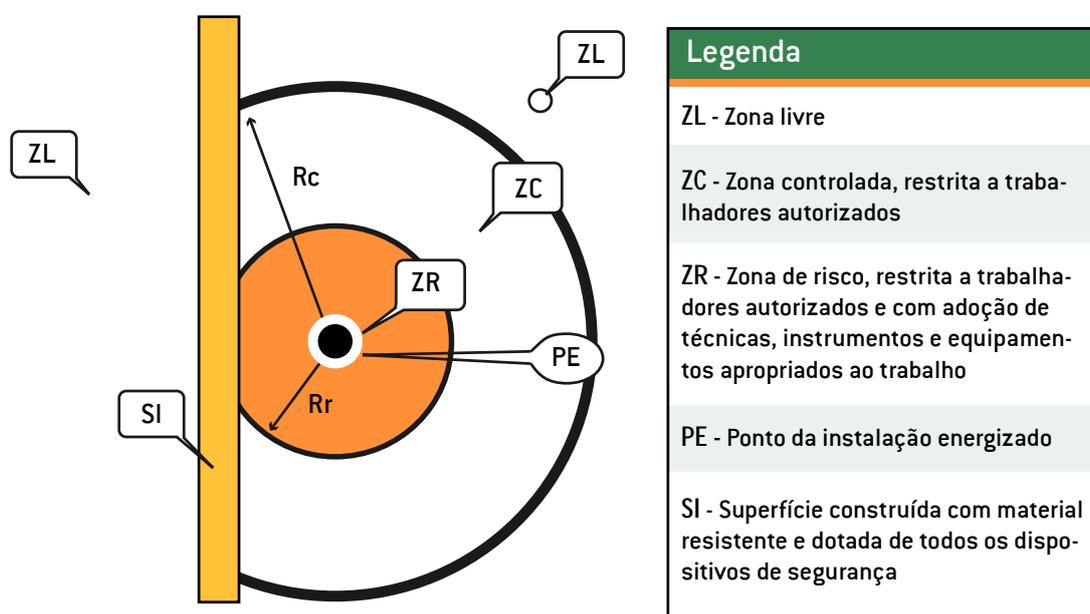
Faixa de tensão nominal da instalação elétrica em kV	Rr – raio de delimitação entre zona de risco e controlada em metros	Rc – raio de delimitação entre zona controlada e livre em metros
<1	0,20	0,70
≥1 e < 3	0,22	1,22
≥3 e < 6	0,25	1,25
≥6 e < 10	0,35	1,35
≥10 e < 15	0,38	1,38
≥15 e < 20	0,40	1,40
≥20 e < 30	0,56	1,56
≥30 e < 36	0,58	1,58
≥36 e < 45	0,63	1,63
≥45 e < 60	0,83	1,83
≥60 e < 70	0,90	1,90
≥70 e < 110	1,00	2,00
≥110 e < 132	1,10	3,10
≥132 e < 150	1,20	3,20
≥150 e < 220	1,60	3,60
≥220 e < 275	1,80	3,80
≥275 e < 380	2,50	4,50
≥380 e < 480	3,20	5,20
≥480 e < 700	5,20	7,20

A Figura 5 mostra as distâncias no ar que delimitam radialmente as zonas de risco, controlada e livre:



Distâncias da zona de risco e controlada

As distâncias no ar que delimitam radialmente as zonas de risco, controlada e livre podem diminuir com a interposição de uma barreira isolante entre a zona livre e a parte energizada, como ilustrado na Figura 6.



Interposição de barreira isolante entre ZL e o ponto energizado

No Brasil, as normas técnicas oficiais são aquelas desenvolvidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), como resultado de uma ampla discussão entre profissionais, instituições, grupos de estudos, comissões e comitês.

As normas são referências obrigatórias para projeto e operação de sistemas e serviços em eletricidade. São elas que nos dizem como devemos fazer as instalações para atender aos requisitos das normas regulamentadoras.

A ABNT é a representante brasileira no sistema internacional de normalização, composto por entidades nacionais, regionais e internacionais. Para atividades com eletricidade, há diversas normas, abrangendo quase todos os tipos de instalações e produtos. Vamos verificar do que se trata algumas destas normas.

1.7 NBR 5410 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

A NBR 5410 é uma referência obrigatória quando se fala em segurança com Eletricidade. Ela apresenta todos os cálculos de dimensionamento de condutores e dispositivos de proteção. Nela estão as diferentes formas de instalação e as influências externas a serem consideradas em um projeto. Os aspectos de segurança são apresentados de forma detalhada, incluindo o aterramento, a proteção por dispositivos de corrente de fuga, de sobretensões e sobrecorrentes. Os procedimentos para aceitação da instalação nova e para sua manutenção também são nela apresentados, incluindo etapas de inspeção visual e de ensaios específicos.

1.8 NBR 5410 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE MÉDIA TENSÃO DE 1,0 A 32,6 KV

A NBR 5410 é uma referência obrigatória quando se fala em segurança com Eletricidade. Ela apresenta todos os cálculos de dimensionamento de condutores e dispositivos de proteção. Nela estão as diferentes formas de instalação e as influências externas a serem consideradas em um projeto. Os aspectos de segurança são apresentados de forma detalhada, incluindo o aterramento, a proteção por dispositivos de corrente de fuga, de sobretensões e sobrecorrentes. Os procedimentos para aceitação da instalação nova e para sua manutenção também são nela apresentados, incluindo etapas de inspeção visual e de ensaios específicos.

1.9 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 (para raio), de estruturas e de pessoas e instalações em seu aspecto físico dentro do volume protegido.

1.10 NBR IEC 60079-14/2009 – PROJETO, SELEÇÃO E MONTAGEM DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Fixa condições exigíveis para a seleção e aplicação de equipamentos, projeto e montagem de instalações elétricas em atmosferas explosivas por gás ou vapores inflamáveis e poeiras combustíveis.

1.11 NBR 13534 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM AMBIENTES ASSISTENCIAIS DE SAÚDE – REQUISITOS PARA SEGURANÇA

Especifica condições exigíveis às instalações elétricas de estabelecimentos assistenciais de Saúde, a fim de garantir a segurança de pessoas (em particular de pacientes) e, onde for o caso, de animais.

1.12 NBR IEC 13570 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM LOCAIS DE AFLUÊNCIA DE PÚBLICO – REQUISITOS ESPECÍFICOS

Fixa requisitos específicos exigíveis às instalações elétricas em locais de afluência de público, a fim de garantir seu funcionamento adequado, a segurança de pessoas e de animais domésticos e a conservação dos bens.

1.13 NBR 16690 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE ARRANJOS FOTOVOLTAICOS – REQUISITOS DE PROJETO

Esta Norma estabelece os requisitos de projeto das instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos, incluindo disposições sobre os condutores, dispositivos de proteção elétrica, dispositivos de manobra, aterramento e equipotencialização do arranjo fotovoltaico. O escopo desta Norma inclui todas as partes do arranjo fotovoltaico até, mas não incluindo, os dispositivos de armazenamento de energia, as unidades de condicionamento de potência ou as cargas. Uma exceção é a de que disposições relativas a unidades de condicionamento de potência e/ou a baterias são abordadas apenas onde a segurança das instalações do arranjo fotovoltaico está envolvida. A interligação de pequenas unidades de condicionamento de potência em corrente contínua para conexão a um ou dois módulos fotovoltaicos também está incluída no escopo desta Norma.

Quando a utilização de um produto puder comprometer a segurança ou a saúde do consumidor, o INMETRO ou outro órgão regulamentador poderá tornar obrigatória a Avaliação de Conformidade desse produto. Isso aumenta a confiança de que o produto está de acordo com as Normas e com os Regulamentos Técnicos aplicáveis. Já existem vários produtos cuja certificação é obrigatória, alguns deles apenas aguardando o prazo limite para proibição de comercialização. Entre os produtos de certificação compulsória, por exemplo, estão os plugues, tomadas, interruptores, disjuntores, equipamentos para atmosferas explosivas e estabilizadores de tensão, entre outros.

Os instrumentos jurídicos de proteção ao trabalhador têm sua origem na Constituição Federal que, ao relacionar os direitos dos trabalhadores, inclui entre eles a proteção de sua saúde e segurança por meio de normas específicas. Coube ao Ministério do Trabalho estabelecer essas regulamentações (Normas Regulamentadoras – NR) por intermédio da Portaria nº 3.214/78. A partir de então, uma série de outras portarias foram editadas pelo Ministério do Trabalho, com o propósito de modificar ou acrescentar normas regulamentadoras de proteção ao trabalhador, conhecidas pelas suas iniciais: NR.

As Normas Regulamentadoras - NR, relativas à segurança e medicina do trabalho, são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas e pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho - CLT.

O não cumprimento das disposições legais e regulamentares sobre segurança e medicina do trabalho acarretará ao empregador a aplicação das penalidades previstas na legislação pertinente.

Constitui ato faltoso a recusa injustificada do empregado ao cumprimento de suas obrigações com a segurança do trabalho.

As Normas Regulamentadoras vigentes estão listadas adiante

- **NR 01** - Disposições Gerais
- **NR 02** - Inspeção Prévia (Revogada pela Portaria SEPRT n.º 915/2019)
- **NR 03** - Embargo ou Interdição
- **NR 04** - Serviços Especializados em Eng. de Segurança e em Medicina do Trabalho
- **NR 05** - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
- **NR 06** - Equipamentos de Proteção Individual - EPI
- **NR 07** - Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional
- **NR 08** - Edificações
- **NR 09** - Programas de Prevenção de Riscos Ambientais
- **NR 10** - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade
- **NR 11** - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais
- **NR 12** - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos
- **NR 13** - Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulações
- **NR 14** - Fornos
- **NR 15** - Atividades e Operações Insalubres
- **NR 16** - Atividades e Operações Perigosas
- **NR 17** - Ergonomia
 - **Anexo 1** - Trabalho dos operadores de Checkouts
 - **Anexo 2** - Trabalho em Teletendimento / Telemarketing
- **NR 18** - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção
- **NR 19** - Explosivos
- **NR 20** - Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis
- **NR 21** - Trabalho a Céu Aberto
- **NR 22** - Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração
- **NR 23** - Proteção Contra Incêndios
- **NR 24** - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho
- **NR 25** - Resíduos Industriais
- **NR 26** - Sinalização de Segurança
- **NR 27** - Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho no MTB (Revogada pela Portaria GM n.º 262/2008)
- **NR 28** - Fiscalização e Penalidades

- **NR 29** - Segurança e Saúde no Trabalho Portuário
- **NR 30** - Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário
- **NR 31** - Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura
- **NR 32** - Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde
- **NR 33** - Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados
- **NR 34** - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção e Reparação Naval
- **NR 35** - Trabalho em Altura
- **NR 36** - Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas de Abate e Processamento de Carnes e Derivados
- **NR 37** - Segurança e Saúde no Trabalho em Plataformas de Petróleo

Sobre a segurança em instalações e serviços em eletricidade, a referência é a NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Uma Norma Regulamentadora objetiva explicitar a implantação das determinações contidas nos artigos 154 a 201, capítulo V da Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, para que sirvam de balizamento, de parâmetro técnico, às pessoas/empresas que devem atender aos ditames legais e que, também, devem observar o pactuado nas Convenções/Acordos Coletivos de Trabalho de cada categoria e nas Convenções Coletivas sobre Prevenção de Acidentes.

A NR 10 exige também, que sejam observadas as Normas Técnicas oficiais vigentes e, na falta ou omissão destas, as Normas Técnicas Internacionais. Nos serviços em eletricidade no Brasil devem ser observadas as normas técnicas elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Um importante fator a ser observado quanto às normas técnicas é a necessidade de se verificar se existe alguma nova versão da norma atualizada.

No caso de inexistência de norma da ABNT, deve-se recorrer às normas de origem estrangeira, preferindo as normas do sistema internacional, no caso a IEC. A preferência imputada à norma do sistema IEC é devido à tendência da ABNT de adotar o sistema internacional de normalização. Outras normas de referência que podem ser adotadas são as do sistema NEC, NPFA, etc.

As atividades exercidas em instalações elétricas envolvem a exposição ao risco elétrico, causador de muitos acidentes graves. A perfeita identificação deste risco assim como o conhecimento dos procedimentos de segurança no trabalho, equipamentos de proteção individual e coletiva e principalmente, o simples reconhecimento de que os acidentes não acontecem apenas com os outros, diminuirá em muito o índice de acidentes do trabalho em atividades elétricas. Isso nos conduz ao reconhecimento da necessidade de um programa intenso de treinamento na área elétrica associado a um treinamento de segurança do trabalho em instalações elétricas.

A NR-10 descreve detalhadamente como deve ser definido o trabalhador autorizado a trabalhar em instalações elétricas, evitando-se que funcionários sem treinamento específico e de segurança venham a exercer atividades de risco, expondo-se desnecessariamente a acidentes do trabalho.

Entre as prescrições da NR-10 encontram-se os critérios que devem atender os profissionais que atuam em instalações elétricas.

1.14 PROFISSIONAL QUALIFICADO

É considerado trabalhador qualificado aquele que comprovar conclusão de curso específico na área Elétrica reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino, ou seja, que possui o certificado ou diploma da escola onde se formou na área Elétrica, mesmo que não disponha de regulamentação profissional e conselho de classe.

1.15 PROFISSIONAL HABILITADO

É considerado profissional legalmente habilitado o trabalhador previamente qualificado pelo Sistema Oficial de Ensino em curso específico na área elétrica e com registro no órgão competente de classe. Neste caso, o profissional está registrado no CREA e em dia com suas atribuições (anuidade paga).

Ser habilitado significa estar apto a ser Responsável Técnico pela elaboração de projetos de instalações elétricas e/ou execução de serviços em eletricidade. O documento que comprova a Responsabilidade Técnica de um profissional habilitado é a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).

1.16 PROFISSIONAL CAPACITADO

É considerado trabalhador capacitado aquele que atenda às seguintes condições, simultaneamente:

- a) receba capacitação sob docência e responsabilidade de profissional habilitado e autorizado;
- b) comprove estágio prático, prática profissional supervisionada e exercícios simulados; e
- c) trabalhe sob a responsabilidade de um profissional habilitado e autorizado.

A capacitação só terá validade para a organização que o capacitou e nas condições estabelecidas pelo profissional habilitado e autorizado responsável pela capacitação.

1.17 TREINAMENTO DE SEGURANÇA

Os trabalhadores que realizam serviços em eletricidade, inclusive os que exercem atividades a proximidade, antes de iniciarem suas funções, devem atender aos requisitos acima e ser submetidos a treinamento inicial de segurança específico sobre os riscos decorrentes do emprego da energia elétrica e as principais medidas de prevenção de acidentes e doenças do trabalho em instalações elétricas, de acordo com o estabelecido no anexo III da NR 10, curso básico.

O treinamento inicial de segurança é composto pelo curso básico e/ou complementar, com carga horária mínima de 40 horas para cada curso. Os trabalhadores que executarem serviços em eletricidade ou a proximidade, com exposição à tensão superior a 1000 V CA e 1500 V CC, devem ser submetidos ao treinamento básico e ao complementar.

Os trabalhadores devem ser submetidos aos treinamentos previstos na NR 10, independentemente do cargo ou da escolaridade.

A organização deverá realizar treinamento periódico bienal de segurança em eletricidade e treinamento eventual, independente de já ter realizado o treinamento periódico bienal, nas seguintes situações:

- a) Na troca de função;
- b) Quando ocorrer mudança de organização, salvo aproveitamento de treinamentos segundo a NR 1;
- c) Após retorno de afastamento ao trabalho ou inatividade, por período superior a 180 (cento e oitenta) dias;
- d) Quando houver modificações significativas nas instalações elétricas ou troca de métodos, processos e organização do trabalho;
- e) Quando houver mudança nos procedimentos, condições ou operações de trabalho, que impliquem em alteração dos riscos ocupacionais;
- f) Após ocorrência de acidente grave ou fatal, que indique a necessidade de novo treinamento.

A organização deve definir o conteúdo programático teórico e prático dos treinamentos periódico e eventual de maneira a atender às necessidades da situação que o motivou, bem como a carga horária mínima de treinamento de 75% daquela obedecida no treinamento inicial de segurança. Os treinamentos deverão ser ministrados por equipe multidisciplinar, com habilitação nas áreas elétrica, de segurança do trabalho e de saúde.

Os trabalhadores com serviços não relacionados às instalações elétricas e que não compartilham de suas estruturas, desenvolvidas em zona livre e na vizinhança da zona controlada, devem ser instruídos formalmente com conhecimentos que permitam identificar e avaliar seus possíveis riscos e adotar as precauções cabíveis.

1.18 AUTORIZAÇÃO

São considerados autorizados os trabalhadores qualificados ou capacitados e os profissionais habilitados, inclusive aqueles que executam trabalhos a proximidade, com anuência formal da organização, e submetidos a treinamento de segurança, curso básico e complementar com avaliação e aproveitamento satisfatórios, independente do cargo que exerce e o grau de escolaridade.

Os profissionais autorizados a trabalhar em instalações elétricas devem ter essa condição consignada no sistema de registro de empregado da organização.

A organização deve estabelecer sistema de identificação que permita a qualquer tempo conhecer a abrangência da autorização de cada trabalhador.

Os profissionais e pessoas autorizadas a trabalhar em instalações elétricas devem apresentar estado de saúde compatível com as atividades a serem desenvolvidas, conforme determina a NR-7.

As instalações elétricas devem ser executadas a partir de projeto elétrico específico que assegure condições de segurança e saúde dos trabalhadores e usuários, e contenha no mínimo as plantas baixas da instalação, esquemas e diagramas unifilares, laudos de aterramentos e equipotencialização, memorial descritivo e outros documentos, quando aplicáveis. Este projeto deve atender às normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, somente no caso de ausência ou omissão destas, às normas internacionais cabíveis, além de ser elaborado por profissional legalmente habilitado. Após a execução, toda a documentação deverá ser revisada e mantida atualizada de forma a corresponder fielmente ao que foi executado.

A NR 10 enumera um conjunto de documentos que as organizações devem manter organizados e atualizados, que foi dado o nome de Prontuário de Instalações Elétricas, cujo objetivo é garantir as medidas de controle e prevenção de riscos de acidentes com eletricidade. Esse prontuário deve conter tanto os documentos relativos à instalação elétrica quanto os relacionados aos trabalhos realizados nas instalações. Os documentos técnicos previstos no prontuário devem ser elaborados por profissional legalmente habilitado.

O prontuário de instalações elétricas deve ser organizado e mantido atualizado pela organização, sob a responsabilidade do Serviço Especializado de Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT), quando houver, devendo permanecer à disposição dos trabalhadores envolvidos nas instalações e serviços em eletricidade, bem como aqueles que executam trabalho em proximidade, respeitadas as abrangências, limitações e interferências.

A NR 10 definiu um conteúdo mínimo para o prontuário, mas em cada empresa esse conteúdo dependerá da complexidade das suas instalações elétricas.

A NR 10 estabelece nos itens abaixo relacionados, a documentação mínima do Prontuário de Instalações Elétricas, o qual deverá conter para:

1. Todas as organizações (independente da potência instalada) estão obrigadas a manter diagramas unifilares atualizados das instalações elétricas com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção. Isto é o mínimo exigido por norma.

2. Estabelecimentos com potência superior a 75 KW, devem constituir e manter o prontuário de instalações elétricas, contendo além do diagrama unifilar, no mínimo os seguintes documentos:

- a) Conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas a NR 10 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 a NR 10;
- d) Documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados;
- e) Resultados dos testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos, ferramentas, dispositivos, equipamentos de proteção coletiva (EPC's) e individual (EPI's);
- f) Certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas;

3. Organizações que operam em instalações ou equipamentos do Sistema Elétrico de Potência – SEP (e as que realizam trabalhos em proximidade do SEP) devem constituir e manter o prontuário de instalações elétricas, contendo além do disposto no item anterior, no mínimo os seguintes documentos:

- a) Descrição dos procedimentos para emergência; e
- b) Certificações dos equipamentos de proteção coletiva e individual.

Relatório técnico

A organização deve realizar uma auditoria na documentação e uma inspeção nas instalações elétricas da empresa. A partir dessa auditoria e dessa inspeção, elabora-se um relatório determinando todas as não-conformidades encontradas, em termos de medidas de controle e sistemas preventivos destinados a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores, e também um cronograma de adequação – correção das não-conformidades – do prontuário, no que tange à documentação, e das instalações, no tocante às medidas de controle.

Esse relatório, incluindo o cronograma de adequação, tem dois objetivos principais:

- Orientar os profissionais de segurança e de manutenção elétrica das empresas no processo de adequação da NR 10; e
- Facilitar a fiscalização das não-conformidades com as disposições da NR 10.

No programa para adequação à NR 10, a primeira atividade realizada nas instalações da empresa deve ser a inspeção, que depois será repetida periodicamente visando à manutenção da adequação. A periodicidade das inspeções não é fixada pela nova NR 10, uma vez que depende muito da complexidade das instalações e dos serviços em eletricidade em cada companhia. Essa periodicidade deve ser estabelecida, caso a caso, por um SESMT – Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho ou pela CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes. Ou ainda, na falta destes, pelo responsável designado pela empresa para organizar e manter o prontuário, mediante orientação de profissional tecnicamente habilitado.

Toda a documentação prevista na norma deve estar permanentemente à disposição das autoridades competentes.

2. RISCOS DE ACIDENTES

A NR 10 tem como objetivo a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores expostos aos fatores de riscos decorrentes do emprego da energia elétrica, observando as prescrições do Programa de Gerenciamento de Riscos – PGR da empresa.

O primeiro passo para elaborar o PGR é a identificação dos riscos existentes no ambiente de trabalho, observando a função de cada trabalhador. O trabalho com eletricidade, e a proximidade de instalações elétricas, se caracteriza pelos riscos elevados à segurança e a saúde dos trabalhadores, podendo levar a lesões graves e ao óbito.

A eletricidade constitui-se em agente de elevado potencial de risco ao homem. Mesmo em baixas tensões ela representa perigo à integridade física e saúde do trabalhador. Sua ação mais nociva, sem dúvidas, é a ocorrência do choque elétrico e suas consequências diretas e indiretas.

Embora o maior risco à segurança e saúde dos trabalhadores sejam os de origem elétrica, é importante identificar os demais riscos adicionais, que embora não estejam diretamente vinculados à presença da eletricidade, estão presentes nas atividades laborais dos trabalhadores que executam atividades com instalações elétricas e a proximidade (dentro das zonas controladas das instalações elétricas). A eletricidade também pode provocar danos ao patrimônio das em-

presas, como no caso de incêndios ou explosões, provocados por curto circuitos ou mau funcionamento do sistema elétrico, que também podem provocar lesões e óbitos aos trabalhadores.

Esta Unidade de Estudo contempla os principais riscos diretos e adicionais, presentes nas atividades em instalações elétricas e a sua proximidade. Convém salientar que cada empresa possui suas particularidades e que poderão surgir riscos adicionais não previstos nesta Unidade de Estudo. Desta forma, sempre deverá ser observado o PGR da empresa.

Neste capítulo iremos abordar os riscos em instalações e serviços em eletricidade, conforme previsto na programação mínima do curso básico, anexo III da NR 10, ou seja, choque elétrico, arcos elétricos, incêndio de origem elétrica e campos eletromagnéticos.

2.1 CHOQUE ELÉTRICO

Um choque elétrico é a passagem de corrente pelo corpo humano gerando, sem exceção, uma perturbação no organismo.

A corrente elétrica é o fluxo de elétrons que só circula em um caminho fechado denominado circuito elétrico. Este circuito é estabelecido entre dois pontos com potenciais elétricos (ddp) diferentes (um condutor energizado, por exemplo, cheio de elétrons, e um polo positivo com menos elétrons, como a terra). Quando esta corrente elétrica (choque) percorre um corpo humano, que é um bom condutor em vista da presença de líquidos, são ocasionados efeitos diversos, conforme veremos a seguir.

Mesmo quando a corrente elétrica percorre o corpo humano em correntes de baixa intensidade, da ordem de microampéres (μA), elas podem ser fatais se aplicadas diretamente ao coração. Da mesma forma, correntes da ordem de miliampéres (mA) podem ser potencialmente fatais se aplicadas externamente, dependendo do trajeto.

O risco de ocorrência de choque elétrico está permanentemente presente em redes de alta e baixa tensão, em máquinas, ferramentas, aparelhos eletrodomésticos e até em veículos automotores. Nos locais onde existem redes aéreas energizadas há risco de choque elétrico por contato acidental, curto-circuito, rompimento e queda de cabos.

2.1.1 Choque eletrostático

O choque eletrostático ocorre por descarga eletrostática. O atrito entre corpos ou entre um corpo em movimento e o ar é uma das formas de produção de eletricidade que gera acúmulo de cargas elétricas e provoca a descarga de um ponto de maior potencial para outro de menor potencial elétrico. Isto é, as cargas elétricas ficam acumuladas como em capacitores, cargas positivas de um lado e cargas negativas de outro. Quando a pessoa entra em contato físico com os dois locais, ocorre a descarga que percorre o corpo humano.

Em determinados ambientes, como nos postos de combustíveis e na montagem de dispositivos

eletrônicos, descargas eletrostáticas podem causar explosões e danos materiais.

Um exemplo é o que ocorre com veículos automotores. Com o movimento do veículo, geralmente em climas secos, ocorre o atrito com o ar e geram-se as cargas elétricas que se acumulam ao longo da estrutura externa do automóvel – passa a existir a diferença de potencial entre o veículo e o solo. Dependendo do acúmulo das cargas, há o risco de faiscamento ou choque elétrico no instante em que uma pessoa desce e toca no veículo.

Trabalhadores na indústria eletrônica, por exemplo, utilizam equipamentos especiais de proteção, como pulseira ligadas a um ponto de aterramento, para descarga da energia eletrostática do próprio corpo, assim evitando riscos de danificar os processadores que estão sendo manuseados.



pulseira anti-estática

2.1.2 Choque dinâmico

O choque dinâmico ocorre quando do contato com materiais onde existe a presença de tensão elétrica e o corpo humano faz parte do circuito energizado.

Este tipo de choque é potencialmente mais perigoso que o eletrostático porque a corrente de choque persiste continuamente, uma vez que o gerador da usina alimenta as redes 24 horas por dia, até que haja interferência.

A persistência da corrente passando pelo corpo acaba ocasionando graves consequências em seus órgãos internos.

2.1.3 Tensão de toque

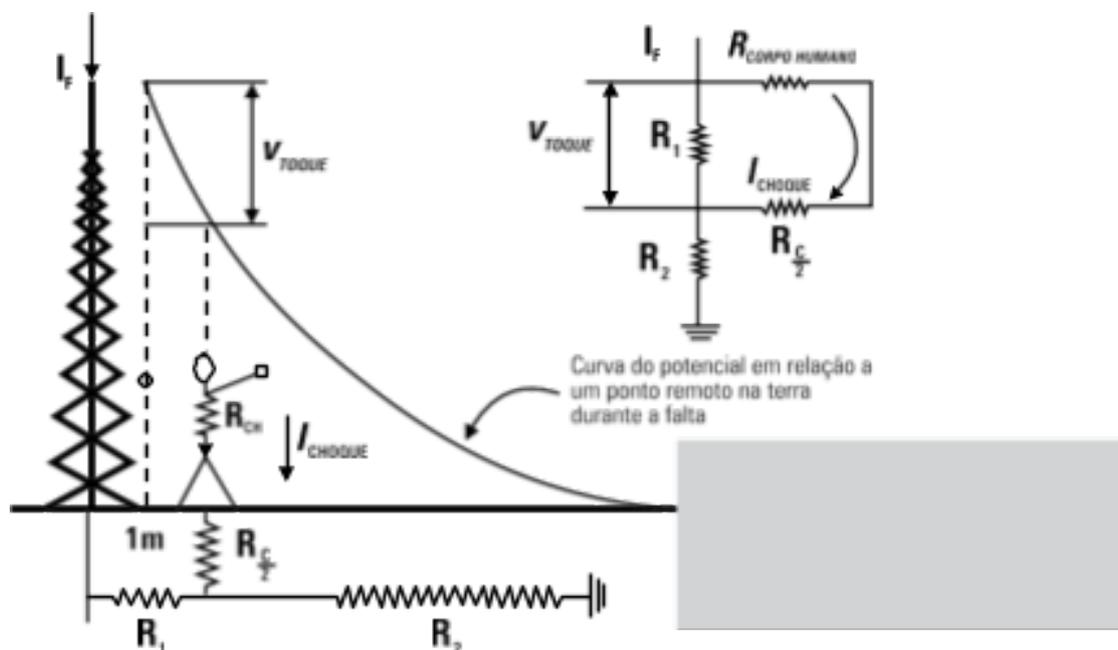
É a ocorrência de choque elétrico causada pelo contato de qualquer parte do corpo com uma instalação energizada.

Tensão de toque é aquela existente quando se toca, intencionalmente ou por descuido, uma parte do corpo humano em uma instalação elétrica energizada – oferecendo, assim, um caminho (o corpo humano) para a passagem da corrente elétrica.

Um fato importante a ser considerado é o percurso da corrente no corpo humano em relação à posição do coração. Os caminhos de entrada e saída da corrente definirão a quantidade que passará pelo coração, tornando-se mais perigosos por conta da fibrilação ventricular. A Figura 1 mostra a ruptura na cadeia de isoladores de uma torre de transmissão.

A fórmula abaixo expressa a tensão de toque no momento do choque:

$$U_{\text{toque}} = (R_{\text{corpo humano}} + R_{\text{contato}} / 2) \times I_{\text{choque}}$$



Defeito de ruptura na cadeia de isoladores de uma torre de transmissão

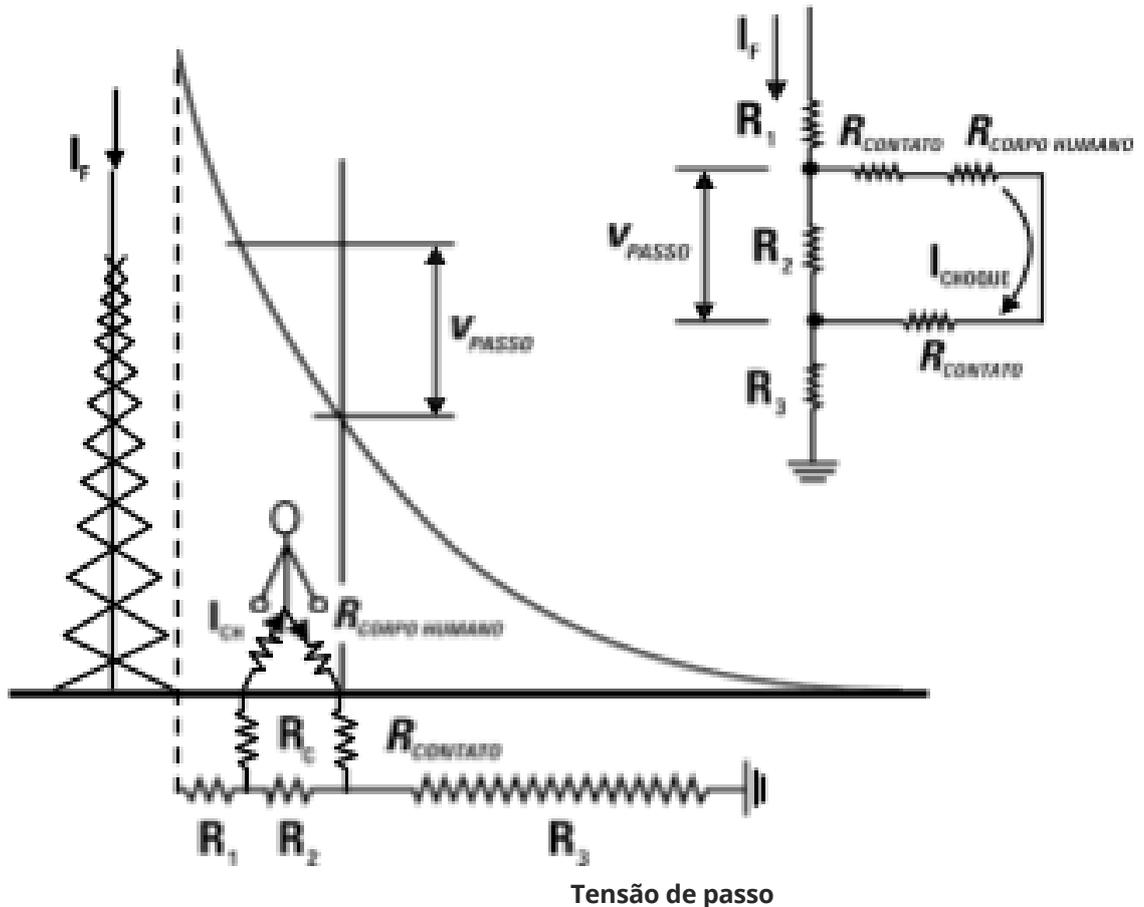
Ao tocar na parte metálica da torre, o cabo condutor produz um curto-circuito do tipo monofásico à terra. A corrente de curto-circuito passa pela torre, entra na terra e percorre o solo até atingir a malha da subestação, retornando pelo cabo da linha de transmissão até o local do curto.

No solo, a corrente de curto-circuito gera potenciais distintos desde o “pé” da torre até uma distância remota. Se a pessoa tocar na torre no momento do curto-circuito, sofrerá 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.

Pode-se concluir que, quanto maior for a distância da torre, maior será a ddp e maior a corrente de choque.

2.1.4 Tensão de passo

É a tensão elétrica que ocorre entre os dois pés afastados entre si ocupando pontos com potenciais diferentes no solo na área percorrida pela energia elétrica (descarga). A Figura 2 mostra um exemplo de tensão de passo.



A tensão de passo é menos perigosa do que a tensão de toque, porque neste caso o fluxo principal da corrente vai de um pé ao outro e o coração, obviamente, está fora do trajeto. No entanto, a tensão do passo também apresenta algum perigo, pois, sendo o sangue condutor, e como as veias e artérias vão da planta do pé ao coração, uma parte da corrente acaba por atingi-lo ao utilizar este caminho, retornando ao outro pé. Por este motivo, a tensão de passo pode provocar fibrilação ventricular.

Outro perigo do choque por tensão de passo é de ele se transformar em choque por tensão de toque. Isto pode acontecer no caso da contração (tetanização) dos músculos das pernas que ocasionam a queda da pessoa.

Lembre-se, no entanto, de que a tensão de passo não ocorre somente no solo. A pessoa que caminha sobre superfícies energizadas também está sujeita à tensão de passo em plataformas, andaimes, pape-hacks etc.

2.1.5 Contato direto

O choque por contato direto ocorre quando se toca diretamente nas partes sob tensão, também conhecidas como partes vivas – fio de cobre ou alumínio, contatos, barramentos, conexões, bobinas, coletores etc. – onde normalmente circula a corrente, porque esta é a função do equipamento, ou seja, conduzir a energia elétrica.

2.1.6 Contato indireto

É o choque elétrico que ocorre quando se toca em partes normalmente não-energizadas, mas que assim ficaram devido a uma falha de isolamento. O choque na carcaça de um motor conhecido como massa, o registro do chuveiro, a porta de um quadro numa indústria ou a carcaça (massa) de um eletrodoméstico são bons exemplos de como se manifesta o choque por contato indireto.

Quanto maior for a potência (P), maior será a corrente (I). É a fórmula $P = U \cdot I$, que permite compreender as relações existentes entre a potência, a tensão e a corrente neste circuito

- **I** = intensidade da corrente elétrica
- **U** = tensão, ou d.d.p.
- **P** = potência elétrica

Potência é a capacidade de realizar um trabalho em determinado tempo. Tensão é uma grandeza que depende da fonte de energia. Corrente elétrica é a consequência da tensão e da potência. Como é a tensão que força os elétrons a percorrerem o circuito, conseqüentemente quanto maior for à potência (P) maior será a corrente (I).

No choque por contato indireto a pessoa pode estar tocando ou pisando regiões ou elementos não-energizados da instalação, mas essas áreas neutras ficam com diferença de potencial, resultando no choque elétrico no momento em que ocorre o toque na área energizada.

2.1.7 Intensidade do choque

A intensidade do choque dinâmico será determinada pelos seguintes fatores:

- Resistência elétrica do corpo humano;
- Resistência da terra no local dos pés no solo;
- Resistência dos equipamentos de proteção individuais e coletivos (calçados em contato com o solo, luvas e isolamento de ferramentas, entre outros).

A corrente do choque elétrico está diretamente relacionada com o nível de tensão e a resistência do caminho por ela percorrida.

Pela Lei de Ohm ($I=U/R$), quanto maior for a resistência, menor será a corrente. Logo, se forem utilizados materiais de grande resistência elétrica, tais como borracha, cerâmica, fibra de vidro, amianto, madeira, mica, plástico etc. que impeçam a passagem da corrente, não ocorrerá o choque.

Resistência elétrica é um valor inerente à natureza do material e suas dimensões. Tensão é uma grandeza que depende da fonte de energia. Corrente elétrica é a consequência da tensão e da resistência. Como é a tensão que força os elétrons a percorrer o circuito, consequentemente quanto maior for a resistência (R) menor será a corrente (I).

Tendo o seguinte exemplo:

Sendo a tensão = 220 V e a resistência = 1.000 Ω , utilizando a fórmula tem-se:

$$I = U/R = 220 \text{ V} / 1.000 \Omega$$

Portanto, $I = 0,22 \text{ A}$

Por outro lado, se não for tomado este cuidado, quanto menor for a resistência deste material ou do meio, maior será a corrente de choque.

Tomando o mesmo exemplo e **reduzindo a resistência para 100 Ω** , tem-se:

$$I = U/R = 220 \text{ V} / 100 \Omega$$

Portanto, $I = 2,2 \text{ A}$

Comparando a primeira situação com a segunda, percebe-se o aumento considerável da intensidade da corrente elétrica. Mas, lembre-se de que no choque dinâmico por contato indireto a intensidade também pode se definir por falha de isolamento e de aterramento.

2.1.8 Efeitos da corrente elétrica no corpo humano

A corrente é o que causa acidentes. Se ela não existir (mesmo diante de uma tensão elétrica), não haverá choque elétrico.

O choque elétrico acarreta um conjunto de efeitos patológicos e fisiológicos que se manifestam no organismo humano pela passagem da corrente elétrica, tornando o corpo parte de um circuito energizado. A gravidade desses efeitos está diretamente relacionada com a intensidade da corrente elétrica que passa pelo corpo humano.

Veja a seguir, quais fatores influenciam na intensidade da corrente elétrica e, consequentemente, nos efeitos patológicos e fisiológicos do choque elétrico no corpo humano.

- Valor da tensão elétrica;
- Área de contato;
- Umidade de contato;
- Percurso e espriamento da corrente elétrica pelo corpo humano;
- Características da corrente elétrica (valor da intensidade da corrente elétrica, tempo de duração da corrente elétrica e frequência da corrente elétrica);

- Resistência elétrica do corpo humano (condições da pele do indivíduo; constituição física do indivíduo; estado de saúde do indivíduo).
- Correntes de baixa intensidade, mesmo da ordem de microampéres, podem ser fatais se aplicadas diretamente ao coração.
- Correntes da ordem de miliampéres aplicadas externamente também podem ser potencialmente fatais, dependendo de seu trajeto no corpo humano.

2.1.9 Efeitos do choque elétrico em função do espriamento da corrente elétrica

O espriamento da corrente elétrica é a capacidade que ela possui de ocupar todo o espaço possível no local por onde estiver circulando, sendo objetos físicos ou o próprio corpo humano. Com isto, nos locais com maior espaço a corrente elétrica perderá densidade ao espriar.

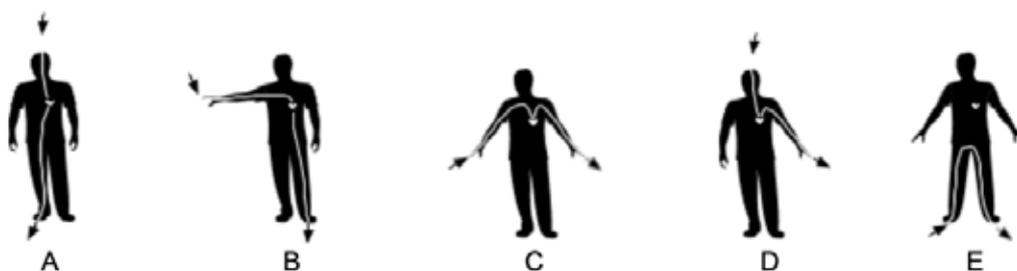
A concentração de energia elétrica em determinada área corporal determina o potencial de risco em função da densidade de corrente. A densidade da corrente aumenta nas partes do corpo com menor área, potencializando efeitos térmicos e ampliando riscos de queimaduras. Os efeitos térmicos são mais intensos nas regiões de alta densidade de corrente, podendo produzir queimaduras de alto risco. Nas regiões com maior área a densidade é menor, como no tórax, onde reduz efeitos de fibrilação no coração.

2.1.10 Efeitos do choque elétrico em função do espriamento da corrente elétrica

A corrente entra pela pele, invade o corpo e sai novamente em outro ponto. Qualquer pessoa, ao se encostar em um local energizado ou em um equipamento elétrico com defeito em sua isolamento, estará sujeita ao choque elétrico.

Quando ocorre o choque elétrico, os pontos de contato de entrada e saída da corrente definem o percurso da mesma pelo corpo humano, tal percurso influencia na gravidade dos efeitos do choque no acidente.

Na Figura 3 e na Tabela 1 são apresentados os prováveis percursos da corrente elétrica e a porcentagem de corrente que passa pelo coração.



Percursos da corrente elétrica no corpo humano

Tabela 2 – Efeito dos choques elétricos em função do percurso no corpo humano

Local de entrada	Percurso	% da corrente que passa pelo coração	Tipo de Contato
Figura A	da cabeça para o pé direito	9,7%	toque
Figura B	da mão direita para o pé esquerdo	7,9%	toque
Figura C	da mão direita para a mão esquerda	1,8%	toque
Figura D	da cabeça para a mão esquerda	1,8%	toque
Figura E	do pé direito para o pé esquerdo	Menor que 1,8%	passo

2.1.11 Efeitos do choque elétrico em função do tempo de contato e intensidade de corrente

A gravidade do choque elétrico está vinculada às características da corrente elétrica.

Corrente contínua (CC): a fibrilação ventricular só ocorrerá se a corrente contínua for aplicada durante um instante curto específico e vulnerável do ciclo cardíaco.

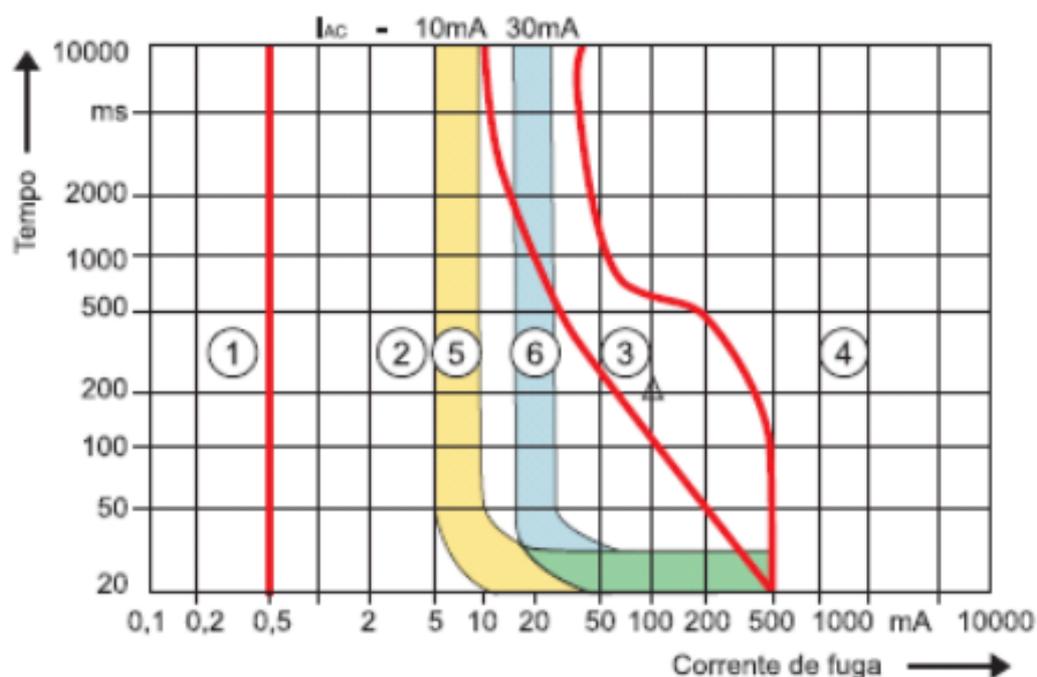
No que se refere ao instante específico e vulnerável, por se tratar de uma condição individual, sem um padrão definido, não é possível determinar em que momento ou posição do coração isto ocorrerá.

Corrente alternada (CA): entre 20 e 100 Hertz. São as correntes que oferecem maior risco. Especificamente as de 60 Hertz, normalmente usadas nos sistemas de fornecimento de energia elétrica, são especialmente perigosas, uma vez que se situam próximas à frequência cardíaca na qual a possibilidade de ocorrência da fibrilação ventricular é maior. Para correntes alternadas de frequências elevadas, acima de 2000 Hz, as possibilidades de ocorrência de choque elétrico são pequenas; contudo, ocorrerão queimaduras devido à corrente tender a circular pela parte externa do corpo, ao invés da interna.

Tempo de contato e intensidade da corrente no corpo humano.

A relação entre tempo de contato e intensidade de corrente é um agravante nos acidentes por choque elétrico.

Veja no Gráfico 1 a gravidade do choque elétrico no corpo humano:



Efeitos dos Choques Elétricos X Tempo de Contato e da Intensidade da Corrente

Zona 1- Nenhum efeito perceptível.

Zona 2 - Efeitos fisiológicos geralmente não danosos.

Zona 3 - Efeitos fisiológicos notáveis (parada cardíaca, parada respiratória, contrações musculares), geralmente reversíveis.

Zona 4 - Elevada probabilidade de efeitos fisiológicos graves e irreversíveis (fibrilação ventricular e parada respiratória).

Zonas 5 e 6 - Faixas de atuação dos dispositivos DR ou disjuntores DR.

Com base no gráfico, fazem-se as seguintes considerações:

- O gráfico apresenta um padrão normatizado.
- O gráfico mostra o efeito final da corrente de acordo com o tempo de duração.
- Sendo o gráfico um padrão normatizado, é preciso levar em consideração as interferências externas, tais como: condição da pele, saúde do indivíduo, umidade, ponto de contato etc.

2.1.12 Efeitos do choque elétrico em função da resistência elétrica do corpo humano

A intensidade da corrente elétrica que circula pelo corpo da vítima de um choque depende da resistência elétrica do próprio corpo e, ainda, de qualquer resistência adicional entre a vítima e dois pontos com diferenças de potencial, como já mencionado anteriormente. Note, no entanto, que a resistência que o corpo humano oferece à passagem da corrente é quase exclusivamente devida à camada externa da pele.

As diferenças da resistência elétrica apresentadas pela pele estando ela seca ou molhada, são grandes e podem influir significativamente nos efeitos do choque elétrico. No caso de pele seca, estima-se que a resistência esteja situada entre 100.000 e 600.000 ohms. Considere-se, ainda, que a pele seca não possui cortes e a variação apresentada é em função da espessura.

Quando a pele está úmida, condição mais facilmente encontrada na prática, a resistência elétrica do corpo é estimada em 500 ohms. Note que a resistência interna do corpo é bem menor que a da pele, variando normalmente de 300 a 500 ohms. Isto se deve ao fato de a parte interna do corpo ser constituída de sangue, músculos e demais tecidos.

Essas diferenças podem influir significativamente nos efeitos do choque elétrico. Isto é comprovado pela lei de Ohm, que relaciona a intensidade de corrente elétrica com tensão elétrica e resistência elétrica ($I = U / R$).

Vejamos então: considere um toque acidental (de um dedo) em um ponto energizado de um circuito elétrico. Se a pessoa estiver com a pele seca, a resistência será de 1000 ohms; se úmida, de 100 ohms.

- 1- O choque será maior na pessoa com pele seca ou na pessoa com pele úmida?
- 2- Qual será a intensidade de corrente elétrica que passará pela pessoa com pele seca e pele úmida?
- 3- Se o choque elétrico tivesse uma duração de 1 s, qual pessoa correria maior risco de fibrilação?

Usando a lei de Ohm ($I=U/R$), e considerando que o contato foi feito em um ponto do circuito elétrico que represente uma diferença de potencial de 50 volts alternados, temos:

Quando a pele está seca: $I = 50 \text{ V} / 1.000 \Omega = 0,05 \text{ A}$ ou 50 mA

Conforme o gráfico 1, verificamos que o efeito da passagem de 50 mA por 200 ms no corpo humano corresponde à Zona 2 – efeitos fisiológicos geralmente não danosos.

Quando a pele está molhada: $I = 50 \text{ V} / 100 \Omega = 0,5 \text{ A}$, ou 500 mA

Ainda conforme o gráfico 1, na linha de 500mA por 200ms as reações são: elevada probabilidade de efeitos fisiológicos graves e irreversíveis (fibrilação cardíaca e parada respiratória), o que

corresponde à Zona 4. Nesse caso, o efeito é letal, salvo intervenção imediata de pessoal especializado e com equipamento adequado para salvamento.

No exemplo acima, observando o tempo dado de 200ms, dependendo da condição de umidade da pele o efeito do choque elétrico pode variar significativamente. O que se percebe é que a pele funciona como a cobertura isolante do corpo humano. Isto se dá também pelo fato de a pele ser constituída de células mortas.

2.1.13 Efeitos térmicos do choque elétrico no corpo humano

Quando uma corrente elétrica passa através de uma resistência elétrica é liberada uma energia calorífica, tendo o corpo humano como resistência, a liberação dessa energia resultaria a elevação da temperatura dos órgãos internos. A liberação dessa energia calorífica é denominada Efeito Joule.

Fórmula do efeito Joule:

$$Q_{\text{calor}} = R_{\text{corpo humano}} \cdot I_{\text{choque}}^2 \cdot t_{\text{choque}}$$

Onde:

R corpo humano = Resistência elétrica (Ω) do corpo humano, ou se for o caso só a resistência de parte do corpo, do músculo ou órgão afetado.

Ichoque = Corrente elétrica do Choque (A).

Tchoque = Tempo do Choque (s).

Qcalor = Energia em Joules (J) liberada no corpo humano.

O calor liberado para o corpo humano durante o choque elétrico pode provocar diversos efeitos e sintomas:

- Queimaduras de 1º, 2º ou 3º graus nos músculos do corpo;
- Aquecimento do sangue, com sua consequente dilatação;
- Aquecimento que pode provocar o derretimento dos ossos e das cartilagens;
- Queimadura das terminações nervosas e sensoriais da região atingida;
- Queimadura das camadas adiposas ao longo da derme, tornando-se gelatinosas.

As queimaduras também provocam a liberação de uma substância que se encontra nos músculos, denominada mioglobulina, que se deposita sobre os rins e ocasiona danos renais.

A queimadura é a característica principal do choque de alta tensão; geralmente leva ao óbito ou deixa a pessoa com sequelas, tais como: perda da massa muscular, perda parcial de ossos, atrofia muscular, perda da coordenação motora e cicatrizes. Também, o choque de alta

tensão queima e danifica, fazendo buracos na pele nos pontos de entrada e saída da corrente pelo corpo humano.

Enquanto, os 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.

2.1.14 Queimaduras provocadas de modo indireto no corpo humano

A queimadura também é provocada de modo indireto, em função de mau contato ou de falhas internas no aparelho elétrico. Neste caso, a corrente provoca aquecimento interno, elevando a temperatura a níveis perigosos dos componentes de equipamentos elétricos.

Os componentes fixos de uma instalação elétrica, os materiais próximos a ela e as pessoas devem ser protegidos contra os efeitos prejudiciais do calor ou irradiação térmica produzidos pelos equipamentos elétricos. Estes efeitos são:

- Riscos de queimaduras,
- Prejuízos no funcionamento seguro de componentes da instalação e combustão ou deterioração de materiais.

As partes acessíveis de equipamentos elétricos, situadas na zona de alcance normal, não devem atingir temperaturas que possam causar queimaduras em pessoas e devem atender aos limites de temperaturas determinados pela NBR 14039 – Instalações Elétricas de Média Tensão, sendo protegidas de qualquer contato acidental:

Tabela 3 – Temperaturas máximas das superfícies externas dos equipamentos elétricos dispostos no interior da zona de alcance normal

Superfícies de alavancas, volantes ou punhos de dispositivos de controle manuais:	Temperaturas máximas (°C)
metálicas	55
não-metálicas	65
Superfícies previstas para serem tocadas em serviço normal, mas não destinadas a serem mantidas à mão de forma contínua:	Temperaturas máximas (°C)
metálicas	70
não-metálicas	80

Superfícies acessíveis, mas não destinadas a serem tocadas em serviço normal:	Temperaturas máximas (°C)
metálicas	80
não-metálicas	90

2.1.15 Patologias ocasionadas por choque elétrico

Os efeitos da passagem de corrente elétrica no corpo humano são bastante complexos e envolvem efeitos físicos, químicos e biológicos. Com bastante frequência os efeitos de um choque elétrico se tornam fatais, como já visto anteriormente.

A seguir, descrevem-se as patologias mais comuns derivadas de acidentes.

- Elevação da temperatura dos órgãos do corpo humano: devido ao aquecimento produzido pela corrente elétrica do choque (Efeito Joule).
- Necrose: resultado de queimaduras profundas produzidas no tecido.
- Alteração no sangue: causada pelo efeito de eletrólise, que pode ocasionar mudança da concentração de sais minerais (como se sabe, o corpo humano é constituído de 70% de matéria líquida e possui vários tipos de sais minerais: sódio, potássio, cálcio e magnésio). A eletrólise produz desequilíbrio, aglutinação de sais e mau funcionamento de outros elementos, além de provocar coágulos no sangue. Estes coágulos crescem ou se aglutinam com outros, provocando trombose nas artérias, veias e vasos.
- Espasmos musculares: são provocados por contraturas musculares (incluindo o músculo cardíaco) e alterações neurológicas.
- Tetanização: rigidez dos músculos do corpo humano; paralisia muscular provocada pela circulação de corrente através dos tecidos nervosos que controlam os músculos. Superposta aos impulsos de comando da mente, a corrente de curto os anula, podendo bloquear o membro ou o corpo inteiro, e neste momento de nada vale a consciência do indivíduo e sua vontade de interromper o contato.
- Parada respiratória: inibição dos centros nervosos e músculos peitorais, bloqueando a função dos movimentos respiratórios (inclusive dos movimentos involuntários). Quando os músculos peitorais estão envolvidos na tetanização, os pulmões são bloqueados, parando a função vital da respiração.
- Fibrilação ventricular: contrações extremamente rápidas das fibrilas, que são pequenas fibras musculares. A fibrilação é um fenômeno que se mantém mesmo quando cessar a corrente, e só pode ser anulada mediante o emprego de um equipamento chamado de desfibrilador. No momento de fibrilação, os impulsos periódicos que regulam as contra-

ções em condições normais (sístole) e as expansões (diástole) são alterados: o coração vibra desordenadamente, “perde o passo” e não consegue bombear sangue.

- Parada cardíaca: é a falta total de funcionamento do coração. O sangue não é mais bombeado, a pressão cai a zero e a pessoa perde os sentidos. As fibras musculares estão inativas, interrompendo o batimento cardíaco. Despolarização das fibras cardíacas.
- Perturbação do sistema nervoso: o corpo sofre uma convulsão; os músculos se contraem; o sangue se dilata e ocorre um distúrbio no sistema neurotransmissor.
- Prolapso: é o deslocamento dos músculos e dos órgãos internos de sua devida posição.
- Comprometimento de outros órgãos: rins, cérebro, vasos, órgãos genitais e reprodutores.
- Descontrole geral: superposição da corrente do choque com as correntes neurotransmissoras que comandam o organismo humano.
- Queimaduras: esta energia calorífica, ou efeito Joule, liberada para o corpo humano durante a passagem de corrente elétrica, pode provocar queimaduras. A queimadura também é provocada de modo indireto, em função do mau contato ou de falhas internas no aparelho elétrico. Neste caso, a corrente provocará aquecimento interno, elevando a temperatura a níveis perigosos.

Outros efeitos retardados:

- Modificação da personalidade,
- Amnésia,
- Inércia mental,
- Doenças circulatórias,
- Destruição dos tecidos pancreáticos,
- Cataratas,
- Doenças cardíacas,
- Perda da potência sexual,
- Outros.

Os efeitos mencionados não ocorrem isoladamente, normalmente se manifestam em conjunto.

Em geral, os fenômenos patológicos críticos são: tetanização, parada respiratória, queimadura e fibrilação ventricular.

2.2 ARCOS ELÉTRICOS

O arco elétrico, também chamado de arco voltaico, é o fenômeno da passagem de corrente elétrica pelo ar ou outro meio isolante, como o óleo. A passagem de corrente elétrica entre dois materiais com pequeno distanciamento entre si é ocasionada pela grande diferença de potencial existente entre eles, proporcionando a ruptura dielétrica do meio isolante (rompe-se a capacidade de isolamento) e a consequente formação do arco elétrico. Isso ocorre devido ao fenômeno de ionização do meio isolante entre os contatos e a persistência de uma tensão elétrica entre eles.

A situação do meio isolante (na maioria das vezes o ar) contribui para a ocorrência de arco elétrico, além de fatores como poluição, umidade e o alto valor de corrente, que aparece entre os contatos no instante de sua separação quando da execução de manobras sob carga de chaves seccionadoras do tipo abertura sem carga (chaves a vazio ou secas).

O arco elétrico é uma ocorrência de curtíssima duração (geralmente menor que $\frac{1}{2}$ segundo) e muitos são tão rápidos que o olho humano não chega a percebê-los. Os arcos elétricos são extremamente quentes, próximo ao laser (light amplification by stimulated emission of radiation = amplificação de luz por emissão estimulada de radiação), podendo alcançar a temperatura de 20.000°C.

Pessoas que estiverem no raio de alguns metros de um arco elétrico poderão sofrer severas queimaduras, pois ele é um evento de múltipla energia. Forte explosão e energia acústica acompanham a intensa energia térmica gerada por um arco voltaico. Em determinadas situações, uma onda de pressão também pode se formar, sendo capaz de empurrar e derrubar quem estiver próximo ao local da ocorrência.

2.2.1 Acidentes com arco elétrico

Os acidentes com arco elétrico podem ser causados por fatores relacionados a:

Equipamentos: em equipamentos elétricos, quando há um fluxo de corrente não intencional entre fase e terra, ou entre múltiplas fases, provocado por falhas de isolamento.

Fatores ambientais: contaminação por sujeira, água ou presença de insetos ou outros animais (gatos ou ratos) que provocam curtos-circuitos em barramentos de painéis ou subestações.

Ações de pessoas: negligência, imperícia ou imprudência de trabalhadores ao fazerem movimentos bruscos ou ao agirem sem cuidado no manejo de ferramentas e outros materiais condutivos quando estão trabalhando em partes energizadas da instalação ou próximo a elas.

Abertura de cargas com equipamentos inadequados: seccionadora a vazio sem dispositivo que garanta que o arco fique confinado.



Arco elétrico MT



Arco elétrico BT

2.2.2 Consequências de arcos elétricos

Arcos elétricos podem ter como consequências:

Queimaduras: é preciso evitar que a abertura de arco seja através do operador. A temperatura é tão alta que destrói os tecidos do corpo. Partículas incandescentes também podem se desprender, provocando queimaduras ao atingirem os olhos.

Quedas: em trabalhos com altura superior a 2 metros é obrigatória a utilização de cinto de segurança do tipo paraquedista para evitar quedas provocadas pela ocorrência de arco, choque elétrico ou mesmo de um toque acidental.

A severidade da lesão para as pessoas na área onde ocorre a falha dependerá não somente da energia liberada durante o arco elétrico, mas também da distância que separa as pessoas do local e do tipo de roupa que utilizam.

As mais sérias queimaduras por arco voltaico envolvem a ignição da roupa da vítima pelo calor do arco. Quanto maior for o tempo de duração do arco, maior serão o grau e a área da queimadura no corpo. Isso afeta diretamente a gravidade da lesão e a própria sobrevivência da vítima.

2.2.3 Proteção contra perigos resultantes de faltas por arco

A quantidade de energia liberada durante um arco depende da corrente de curto-circuito e do tempo de atuação dos dispositivos de proteção. Altas correntes de curto-circuito e tempos longos de atuação dos dispositivos de proteção aumentam o risco do arco elétrico. A proteção contra o arco elétrico depende da energia que pode ser liberada no caso de um curto-circuito. As vestimentas de proteção contra o arco elétrico são dimensionadas de acordo com a energia calorífica liberada na ocorrência do arco elétrico.

Os dispositivos e equipamentos capazes de gerar arcos durante sua operação devem ser especificados, selecionados, instalados e mantidos em perfeitas condições de uso, garantindo a segurança e a saúde das pessoas que trabalham nas instalações.

2.2 INCÊNDIO DE ORIGEM ELÉTRICA

Além do risco de choque elétrico pelo contato direto ou indireto com eletricidade e pela exposição ao arco elétrico, a eletricidade é uma das principais causas da ocorrência de incêndios, explosões e acidentes ampliados em indústrias, comércios e residências.

Segundo dados do Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica, elaborado pela Associação Brasileira de Conscientização dos Perigos de Eletricidade (Abracopel), em 2019 foram registrados 656 incêndios por sobrecarga em todo o país, resultando em 74 mortes.

Este número pode ser considerado atípico, já que foi influenciado pelo incêndio ocorrido no Hospital Badim, ocorrido em setembro, originado em uma sobrecarga de um gerador, que causou a morte de 23 pessoas, todos idosos que estavam internados no hospital. Outro acidente registrado foi o ocorrido no centro de treinamento do Flamengo, que vitimou 10 jovens, causado por curto circuito em um aparelho de ar condicionado.

Segundo a Abracopel, as residências unifamiliares são o tipo de edificação mais suscetível aos incêndios por sobrecarga, com 207 ocorrências e 44 mortes. Ventiladores e aparelhos de ar condicionados encabeçam a lista de maiores causadores de incêndios.

Os curtos-circuitos, causadores de incêndios, são consequentes de instalações defeituosas, devido a diversos fatores, tais como: projeto ineficiente, ausência de manutenção, ou mesmo manutenção inadequada, falta de proteção ou proteção inadequada, ou ainda operação incorreta de dispositivos e equipamentos elétricos.

As sobrecargas nos circuitos, também são motivos para ocorrências de incêndios nas instalações elétricas, principalmente em edifícios comerciais e também indústrias de diversos segmentos; como consta historicamente nos desastres atendidos pelo Corpo de Bombeiros. Já nas “favelas” temos diversas ligações elétricas clandestinas e fora dos padrões exigidos pelas normas técnicas vigentes, propiciando eventos desastrosos.

Muitas vezes os dispositivos de proteção (disjuntores) que estão desarmando com frequência, são substituídos por outros de maior capacidade, ao invés de identificar as causas dos desarmes e solucionar o problema. Da mesma forma, desarmes do dispositivo DR, indicam a existência de correntes de fuga, o que, muitas vezes, é ignorado pelo pessoal da manutenção, que optam pela retirada do dispositivo do circuito elétrico. Aquecimento excessivos de condutores são ignorados pelos responsáveis pela manutenção das instalações elétricas.

Outro fator, muito comum, principalmente em residências e escritórios comerciais, é o uso de multiplicadores de tomadas, como o famoso “benjamim” e a régua de tomadas. Se usado de maneira adequada, ligando apenas pequenas cargas, não terá nenhum problema, porém se for utilizado para ligar cargas de maior potência, poderá ultrapassar a capacidade de corrente elétrica do dispositivo e provocar o derretimento do mesmo e, conseqüentemente, um curto circuito que poderá ser o início de um incêndio ou explosão.

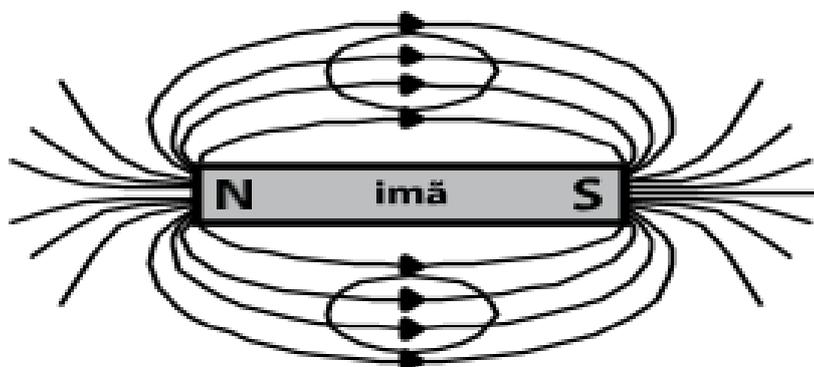
Em áreas classificadas, locais onde existe atmosfera inflamável ou explosiva, o cuidado deve ser extremo, devendo ser evitada a eletricidade estática e proibido o trabalho com circuitos energizados.

2.3 CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

O ambiente eletromagnético em sistemas de energia consiste basicamente de dois componentes: um campo elétrico e um magnético. O campo elétrico exerce influência sobre um campo magnético, e vice-versa. A passagem da corrente elétrica provoca, além do aquecimento e do efeito eletrolítico, o aparecimento de linhas magnéticas em torno do condutor caracterizadas por um campo eletromagnético responsável pelo funcionamento de motores e transformadores

2.3.1 Proteção contra perigos resultantes de faltas por arco

Campo magnético é toda a região do espaço em torno de um condutor ou ímã. Ele é representado geometricamente pelas linhas de indução magnéticas paralelas no caso de uma ferradura, ou perpendiculares no caso de um condutor.



Linhas de força

A cada ponto da linha magnética está associado um vetor campo magnético. Normalmente, os campos magnéticos são medidos ou calculados em weber por metro quadrado (w/m^2).

Por convenção, as linhas magnéticas originam-se no Polo Norte em direção e sentido ao Polo Sul, sendo que a intensidade máxima ocorre nos polos.

Em 1820, Oersted descobriu que os fenômenos magnéticos não constituem fenômenos isolados e que também se relacionam a fenômenos elétricos. Na experiência, verificou que a passagem da corrente elétrica por um fio condutor provocava o desvio de uma bússola colocada na extremidade. A passagem da corrente elétrica alternada em materiais condutores gerava campo eletromagnético de sentido perpendicular ao seu redor, que se relacionava com o sentido da corrente elétrica, um fenômeno de natureza física que não se pode evitar. Por sua vez, este campo provocava o aparecimento de uma tensão (tensão induzida) e, conseqüentemente, uma corrente em materiais condutores que estivessem inseridos no seu espaço de atuação (corrente induzida). Este fenômeno é conhecido como "indução eletromagnética".

O valor da indução é proporcional à intensidade da corrente que gerou o campo e à distância entre eles.

Assim, existe risco de ocorrer a circulação de corrente elétrica em circuitos desligados caso estejam na proximidade de um circuito energizado. Por isso, é fundamental verificar se o circuito

está efetivamente sem tensão (força eletromotriz) sempre que se o desligar.

A exposição aos campos eletromagnéticos pode promover efeitos térmicos e endócrinos no organismo. Como a radiação eletromagnética promove intenso aquecimento nos elementos metálicos, devem ser tomados cuidados especiais por portadores de marca-passo, amplificadores auditivos, dosadores de insulina etc.

2.3.2 Campo elétrico

ampo elétrico é toda a região do espaço em torno de uma carga elétrica que assume uma grandeza vetorial (função da posição e do tempo) descrita por sua intensidade. Normalmente, campos elétricos são medidos ou calculados em volts por metro (V/m).

O campo elétrico é representado geometricamente pelas linhas de força elétrica.

A noção de campo elétrico é importante porque os detectores de tensão indicam a presença de campo elétrico, e não magnético.

2.4 RISCOS PRESENTES NAS ATIVIDADES COM ELETRICIDADE

Agora serão estudados os cinco riscos mais presentes nas atividades com eletricidade: altura, ambientes confinados, áreas classificadas, condições atmosféricas (umidade) e animais peçonhentos. Todavia, não se pode deixar de citar ainda os seguintes:

- Animais não peçonhentos: Cachorros, ratos e outros presentes no interior de armários, painéis e bandejas de cabos e nos pátios das empresas e residências;
- Riscos biológicos: como bactérias e fungos;
- Poeira: além de contaminante, também pode ser explosiva;
- Ruídos: presentes nos ambientes industriais.

2.4.1 Altura

As quedas constituem uma das principais causas de acidentes no setor elétrico, ocorrem em consequência de choques elétricos, de utilização inadequada de equipamentos de elevação (escadas, cestas, plataformas), falta ou uso inadequado de EPI, falta de treinamento dos trabalhadores, falta de delimitação e de sinalização do canteiro do serviço e ataque de insetos.

Trabalho em altura é todo aquele em que o trabalhador se posiciona na base de apoio, isto é, com os pés a 2 m do solo, como ao subir em escadas, andaimes, plataformas etc. ou ao descer a poços de bombas, galerias etc. A medida de 2 m considera que neste espaço o trabalhador corre o risco, em caso de queda, de girar no ar e atingir o solo com a cabeça.

Todo o trabalho em altura será planejado, organizado e executado por trabalhador capacitado e autorizado. Considera-se trabalhador autorizado para trabalho em altura aquele capacitado (que recebeu treinamento para este tipo de atividade), participou dos treinamentos de seguran-

ça, cujo estado de saúde foi avaliado, tendo sido apto para executar essa atividade e que possua anuência formal da empresa.

Todas as atividades em altura, com risco para os trabalhadores, devem ser precedidas de análise de risco e o trabalhador deve ser informado sobre estes riscos e sobre as medidas de proteção implantadas pela empresa.

Para atividades rotineiras de trabalho em altura, a análise de risco poderá estar contemplada no respectivo procedimento operacional. As atividades de trabalho em altura não rotineiras devem ser previamente autorizadas mediante Permissão de Trabalho. Para estas atividades, as medidas de controle devem ser evidenciadas na Análise de Risco e na Permissão de Trabalho.

A Permissão de Trabalho deve ser emitida, aprovada pelo responsável pela autorização da permissão, disponibilizada no local de execução da atividade e, no final, encerrada e arquivada de forma a permitir sua rastreabilidade.

Deve ser realizada uma avaliação prévia das condições no local do serviço pelo trabalhador ou equipe de trabalho, considerando as boas práticas de segurança e saúde. Esta avaliação prévia deverá possibilitar a equalização do entendimento de todos, dirimindo as dúvidas e proporcionando o emprego de práticas seguras de trabalho. Além disso, a avaliação prévia possibilitará identificar e alertar acerca de possíveis riscos, não previstos na Análise de Riscos e nos procedimentos, discutir a divisão de tarefas e responsabilidades e identificar a necessidade de revisão dos procedimentos.

Para a realização das atividades em altura, os trabalhadores devem possuir os exames específicos da função, consignados no Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional – PCMSO, comprovados no Atestado de Saúde Ocupacional (ASO), estar em perfeitas condições físicas e psicológicas e estar treinado e orientado sobre todos os riscos envolvidos.

Os Equipamentos de Proteção Individual – EPI, acessórios e sistemas de ancoragem devem ser especificados e selecionados considerando-se sua eficiência, o conforto, a carga aplicada aos mesmos e o respectivo fator de segurança, em caso de eventual queda.

O cinto de segurança deve ser do tipo paraquedista e dotado de dispositivo para conexão em sistema de ancoragem. O sistema de ancoragem deve ser estabelecido pela análise de risco.

O trabalhador deve permanecer conectado ao sistema de ancoragem durante todo período de exposição ao risco de queda. O talabarte e o dispositivo travam quedas devem estar fixados acima do nível da cintura do trabalhador, ajustados de modo a restringir a altura de queda e assegurar que, em caso de ocorrência, minimize as chances de o trabalhador colidir com a estrutura inferior.

Quando o fator de queda for maior que 1 ou quando o comprimento do talabarte for maior que 0,9 metros, é obrigatório o uso de absorvedor de energia.

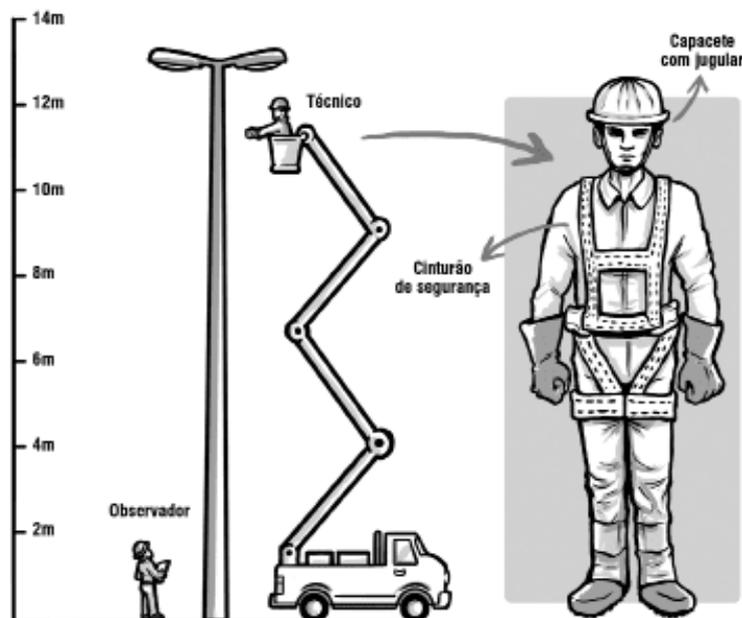
A seleção dos pontos de ancoragem deve ser realizada por profissional legalmente habilitado, que deve considerar a resistência do mesmo em relação à carga máxima aplicável. A inspeção dos pontos de ancoragem, antes de sua utilização, pode ser feita de forma visual ou por meio de ensaios não destrutivos para comprovar a integridade do mesmo.

Os trabalhos em altura devem possuir disponível, equipe apta para atuar em caso de emergência, que responda de acordo com o determinado no plano de emergência. Esta equipe deve possuir os recursos necessários para as respostas a emergências.

Os trabalhos em altura poderão ser desenvolvidos com a utilização de escadas, plataformas elevatórias ou andaimes.

As seguintes instruções gerais de segurança deverão ser seguidas:

- Analisar atentamente o local de trabalho, antes de iniciar o serviço;
- É obrigatório o uso de cinto de segurança e do capacete com jugular;
- Os equipamentos acima devem ser inspecionados pelo trabalhador antes do seu uso, no que concerne a defeitos nas costuras, rebites, argolas, mosquetões, molas e travas, bem como quanto à integridade da carneira e da jugular do capacete;
- Os EPI's, acessórios e sistemas de ancoragem que apresentarem defeitos, degradação, deformações ou sofrerem impactos de queda devem ser inutilizados e descartados, exceto quando sua restauração for prevista em normas técnicas nacionais ou, na sua ausência, normas internacionais;
- Ferramentas, peças e equipamentos devem ser levados para o alto apenas em bolsas especiais, evitando seu arremesso;
- O local de trabalho deverá ser sinalizado através de placas indicativas e ser feito um isolamento para prevenir acidentes com transeuntes ou pessoas que estejam trabalhando embaixo;
- Materiais e ferramentas não podem ser deixados desordenadamente nos locais de trabalho sobre andaimes, plataformas ou qualquer estrutura elevada, para evitar acidentes com pessoas que estejam trabalhando ou transitando sob as mesmas;
- Nunca andar diretamente sobre materiais frágeis (telhas, ripas estuques);
- Não amontoar ou guardar coisa alguma sobre o telhado;
- Ao descer ou subir, faça com calma e devagar;
- Todo o trabalho em altura deverá ser previamente autorizado pelo setor de Segurança e Saúde do Trabalho (SST), mediante preenchimento de Permissão de Trabalho;
- Não é permitido qualquer tipo de improviso;
- Os trabalhos deverão ser devidamente planejados antes da execução.



Trabalho em altura

2.4.1.1 Procedimentos de trabalho em altura com o uso de escadas

A escada portátil (ou de mão) deverá ser adquirida de fornecedores cadastrados que atendam as especificações técnicas da empresa (tamanho, capacidade máxima, tipo, etc). Os tipos mais comuns de escadas são: escada simples; escada de abrir e escada de extensão.

As regras gerais para a utilização de escadas são

- As escadas portáteis (de mão) devem ter uso restrito para acesso a local de nível diferente e para execução de serviços de pequeno porte e que não exceda a capacidade máxima suportada pela mesma;
- Para serviços prolongados recomenda-se a instalação de andaimes;
- Serviços que requeiram a utilização simultânea das mãos somente podem ser feitos com escada de abrir com degrau largo ou utilização de talabarte envolto em estrutura rígida;
- Toda a escada deve ter uma base sólida, antiderrapante, com extremos inferiores (pés) nivelados;
- Não utilize escadas com pés ou degraus quebrados, soltos, podres, emendados, amassados, trincados ou rachados, ou faltando parafuso ou acessório de fixação;
- Escada defeituosa deve ser imediatamente retirada de uso;
- A escada deve ser apoiada em piso sólido, nivelado e resistente. Em piso mole, providenciar uma base sólida e antiderrapante para a mesma;
- Em locais de trânsito de veículos, a escada deve ser protegida com sinalização e barreira;

- As escadas portáteis não devem ser posicionadas nas proximidades de portas, em áreas de circulação de pessoas ou máquinas, onde houver risco de queda de materiais ou objetos, nas proximidades de aberturas e vãos e próximo da rede elétrica e equipamentos elétricos desprotegidos. Quando for necessário utilizar próximo a portas, estas devem estar trancadas, sinalizadas e isoladas para acesso à área;
- As ferramentas utilizadas para o trabalho não devem estar soltas sobre a escada, a não ser que tenha bandeja apropriada para esta função;
- Ao executar serviços, os pés do usuário devem estar sobre os degraus da escada;
- O cinturão de segurança tipo paraquedista deverá ser fixado em um ponto de ancoragem, fora da escada, exceto uso de talabarte para posicionamento envolto em estrutura rígida. Quando este procedimento não for possível utilizar andaime ou plataforma elevatória;
- A escada deve ser acondicionada em local seco, longe de umidade ou calor excessivo. Deve ficar na posição horizontal, apoiada em vários pontos, de acordo com o seu tamanho para evitar empenamento;
- Após a utilização, a escada deve retornar ao seu local de origem. Não deixar a mesma abandonada no chão, nem apoiada contra paredes e estruturas;
- Nenhuma escada deve ser arrastada, ou sofrer impactos nas laterais e degraus;
- Os degraus devem permanecer limpos, livres de óleos, graxas e produtos químicos;
- Nunca fique nos últimos degraus de uma escada. Devem-se deixar, no mínimo, dois degraus da extremidade superior.

Escada simples

- As escadas simples devem ser amarradas no ponto de apoio, de modo a evitar escorregamento ou quedas frontais ou laterais. Quando não for possível outro empregado pode segurá-la;
- A extremidade superior das escadas simples deve ultrapassar em cerca de um metro o ponto que se deseja atingir para acesso;
- A distância horizontal da base à linha de prumo que passa pelo apoio superior deve corresponder a $\frac{1}{4}$ da distância entre a base e o apoio superior, ou seja, para uma parede de 4 metros de altura, a base da escada deve estar afastada de 1 metro da parede;
- O espaçamento entre degraus deve ser uniforme, entre 25 a 30 cm;
- O espaçamento entre montantes deve estar entre 45 a 55 cm.

Escada de abrir

- Devem ter comprimento máximo de 6 metros, quando fechada e devem possuir degraus largos;
- Devem possuir tirantes ou limitadores de curso (corrente ou separador resistente articulado) dispostos em pontos intermediários de sua extensão. Quando aberta, os tirantes devem permanecer na posição de abertura máxima;
- Não é permitido o uso de cordas, arames ou fios como limitadores de curso;
- Recomenda-se que, quando na posição aberta, a distância entre as extremidades inferiores das duas partes seja de aproximadamente 2/3 da extensão;
- A distância mínima entre os montantes no topo da escada deve ser de 30 cm;
- Este tipo de escada não deve ser usado como escada de apoiar;
- Nunca apoiar um dos montantes com calço ou tijolo;
- Deve ser dada atenção especial quanto ao estado de conservação dos tirantes, dobradiças, pinos e ferragens de articulações.

Escada de extensão ou prolongável

- Antes da utilização da escada deve ser realizada uma inspeção onde deverão ser verificadas as condições da carretilha e da corda, se os montantes estão trincados com pequenas rachaduras ou descolados, se os degraus estão firmes, se o nó está firme, se a trava funciona bem e se está lubrificada e se a base está com rachaduras;
- A sobreposição entre as extensões (das escadas) deve ser de, no mínimo, 1 metro;
- Quando a escada estiver estendida, a corda deve ser bem esticada e amarrada nos degraus de base, para não ficar no chão e garantir que a seção superior não caia, em caso de abertura das catracas;
- Devem ser transportadas por 2 homens, utilizando o mesmo lado do ombro e com o segmento móvel da escada para fora, devendo permanecer amarradas e sinalizadas com bandeiras;
- Ao transportar as escadas no veículo, elas devem ser amarradas e sinalizadas com bandeiras;
- As escadas devem ser posicionadas e amarradas em postes, suportes de escadas, cruzetas e fachadas, devendo permanecer afastadas da base de $\frac{1}{4}$ em relação ao ponto de apoio. Utilizar nivelador em caso de piso com desnível;
- Quando o empregado subir o outro que está no solo deve segurar a escada pelos montantes, escorando com os pés nas suas extremidades durante a subida deste até que a mesma seja amarrada;
- A escada foi projetada para suportar o peso de um homem trabalhando, por isso o içamento de materiais e ferramentas deve ser feito por meio de carretilhas;

- Só após a escada amarrada o empregado do solo poderá soltar a escada, mas deverá acompanhar atentamente a tarefa do empregado da escada;
- Se for necessário apoiar a escada em fachadas, onde não existir a possibilidade de amarração da mesma, o trabalhador de solo deve segurar a escada e permanecer na base apoiando os pés nas suas extremidades.

Procedimentos de trabalho em altura com o uso de andaimes

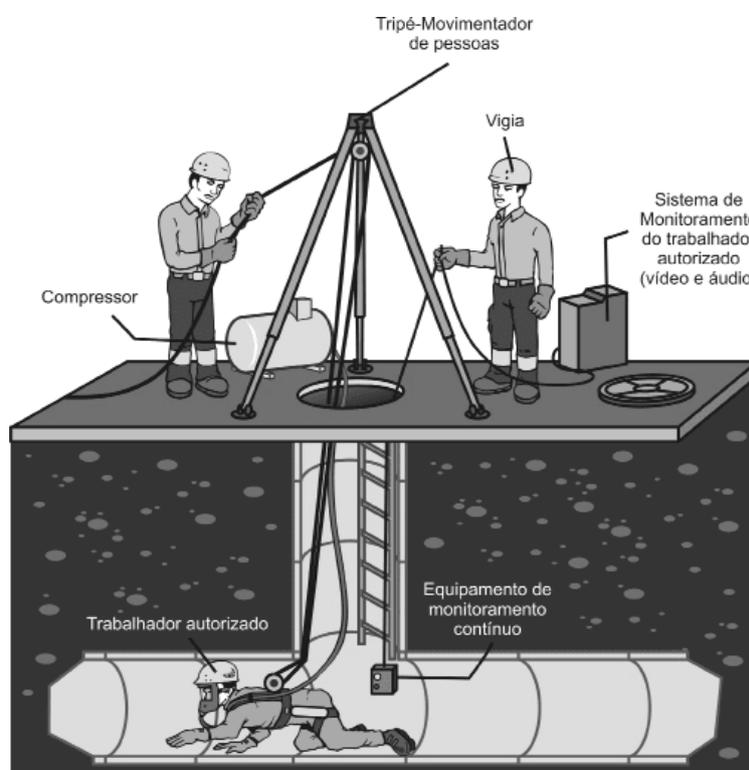
Em locais onde não é possível a utilização de escadas, ou onde o serviço a ser executado é prolongado, é recomendável o uso de andaimes. Para um trabalho seguro com andaimes, devem-se atender os seguintes requisitos:

- Dispor de sistema de guarda-corpo e rodapé de proteção em todo o seu perímetro;
- Deve ficar perfeitamente na vertical, sendo necessário, para terrenos irregulares, a utilização de placa de base ajustável;
- Para torres de andaime com altura superior a quatro vezes a menor dimensão da base de apoio, é obrigatória sua fixação em estrutura firme que apresente resistência suficiente e não comprometa o perfeito funcionamento da unidade. Quando não for possível a torre deve ser estaiada;
- Os pisos da plataforma não devem ultrapassar em 25 cm as laterais dos andaimes;
- Não é permitido nenhum tipo de frestas nos pisos, que ocasionem queda de ferramentas, tropeções ou torções. O vão máximo permitido entre as pranchas deve ser de 2 centímetros;
- As plataformas de trabalho dos andaimes coletivos devem possuir uma largura mínima de 90 cm;
- As plataformas de trabalho dos andaimes individuais devem possuir largura mínima de 60 cm;
- Possuir escada de acesso à plataforma de trabalho com gaiola ou trava-queda (para andaime com altura superior a 2 metros);
- Andaimes sobre rodízios só podem ser montados em áreas com piso firme e nivelado com possibilidade de livre deslocamento. Não podem ter mais que 5 metros de altura até o guarda corpo da última plataforma;
- Todos os rodízios do andaime devem possuir travas e estar em perfeitas condições de uso, para evitar que o andaime se movimente quando da sua utilização;
- Devem ser respeitadas as distâncias de segurança em relação à rede elétrica, principalmente durante as operações de montagem e desmontagem;
- Quando próximos à rede elétrica, os andaimes devem estar aterrados.

2.4.2 Espaços confinado

De forma geral, ambientes confinados são espaços que apresentam dificuldades/restrições ao trabalhador ao exercer seu ofício. As dificuldades podem incluir movimentação restrita, deficiência de oxigênio e/ou iluminação, para citar algumas. A presença de apenas uma dessas características já é suficiente para que o local seja considerado um espaço confinado. Veja a explicação técnica:

Espaço confinado é qualquer área ou ambiente não projetado para ocupação humana contínua, que possui meios limitados de entrada e saída, cuja ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes ou onde pode existir deficiência ou enriquecimento de oxigênio (SENAI-RS, Curso de Segurança e Saúde em Espaços Confinados – NR33. Porto Alegre, 2008, p. 13).



Trabalho em espaço confinado

Medidas preventivas para evitar acidentes em ambientes confinados

São medidas preventivas a serem seguidas:

- Treinar e orientar os trabalhadores quanto aos riscos a que estão submetidos, as formas de preveni-los e o procedimento a ser adotado em situação de risco.
- Garantir que dois trabalhadores em cada grupo de 20 tenham sido treinados para resgate.
- Realizar a Análise Preliminar de Riscos (APR) antes de executar cada tarefa e seguir os procedimentos padronizados.

- Realizar inspeção prévia e elaborar a ordem de serviço com os procedimentos a serem adotados.
- Sinalizar com informação clara e permanente a realização de trabalhos no interior dos espaços confinados.
- Realizar a avaliação prévia nos serviços em que são utilizados produtos químicos.
- Garantir monitoramento permanente de substância que cause asfixia, explosão e intoxicação, realizado por trabalhador qualificado sob supervisão de responsável técnico.
- Proibir o uso de oxigênio para ventilação, utilizando ventilação local exaustora eficaz que elimine os contaminantes, e ventilação geral garantindo a renovação contínua do ar.
- Acondicionar adequadamente substâncias tóxicas ou inflamáveis utilizadas na aplicação de laminados, pisos, papéis de parede ou similares.
- Manter ar mandado e equipamento autônomo para resgate ao alcance dos trabalhadores.
- Providenciar desgaseificação prévia antes da execução do trabalho no caso de manutenção de tanque.
- Utilizar cordas ou cabos de segurança e armaduras para amarração, que possibilitem meios seguros para resgates.

2.4.3 Áreas classificadas

Áreas classificadas são locais com risco de explosão, que ocorrem em ambientes com presença de gases, poeiras, fibras e outras substâncias igualmente de alto risco quanto a incêndios e explosões.

Algumas atividades industriais são reconhecidamente perigosas quanto aos riscos de incêndios e explosões, como os exemplos a seguir:

- Indústrias de beneficiamento de produtos agrícolas,
- Indústrias fabricantes de rações animais,
- Indústrias alimentícias,
- Indústrias metalúrgicas,
- Indústrias farmacêuticas,
- Indústrias plásticas,
- Indústrias de beneficiamento de madeira e
- Indústrias do carvão.

Estes ambientes são classificados em função de seu potencial explosivo conforme normas internacionais e, de acordo com a classificação, é obrigatório que a instalação de equipamentos atenda às exigências nelas prescritas.

As áreas classificadas segundo critérios descritos na IEC 79-10 normalmente cobrem uma zona

cuja fronteira é onde os gases inflamáveis estarão diluídos ou dispersos e poderão não evidenciar o perigo de explosão ou combustão. Segundo as recomendações da IEC 79-10 as áreas são classificadas nos seguintes critérios:

Zona 0: área na qual uma mistura de gás/ar, potencialmente explosiva, está presente continuamente ou por grandes períodos de tempo.

Zona 1: área na qual a mistura gás/ar, potencialmente explosiva, pode estar presente durante o funcionamento normal do processo.

Zona 2: área na qual uma mistura de gás/ar, potencialmente explosiva, não está normalmente presente. Caso esteja, será por curtos períodos de tempo.

Equipamentos instalados dentro de uma área classificada também devem ser classificados. Esta classificação é baseada na temperatura superficial máxima que o equipamento pode alcançar, em funcionamento normal ou em caso de falha.

A EN 50.014 especifica a temperatura superficial máxima em seis níveis, assumindo como referência de temperatura ambiente 40°C:

Tabela 4 – Níveis máximos de temperatura superficial

T1	T2	T3	T4	T5	T6
450°C	300°C	200°C	135°C	100°C	85°C

Exemplo: em ambientes cujos gases possuem temperatura de combustão superior a 200° C, deve-se utilizar equipamento classificado como T3 (200°).

Para a diminuição do risco de explosão podem ser adotados métodos diferentes. Um deles é eliminar um dos elementos do quadrado do fogo: reação em cadeia, fonte de ignição, material combustível ou comburente. Também se pode optar por:

- Contenção da explosão – Este é o único método que permite a explosão, garantindo que ela ocorra confinada num ambiente bem definido, sem propagar-se para a atmosfera do entorno.
- Segregação – Método que permite separar ou isolar fisicamente as partes elétricas ou as superfícies quentes da mistura explosiva.
- Prevenção – Através deste método limita-se a energia, seja térmica ou elétrica, a níveis não-perigosos. A técnica de segurança intrínseca armazena energia em circuitos elétricos, tornando-os totalmente incapazes de produzir faíscas elétricas tanto em condições normais de operação quanto em situações de falha. É a técnica de proteção mais empregada e também a mais efetiva por impedir a geração de arcos voltaicos que possam causar a explosão.

Há itens de segurança indicados para uso em cada área:

- Tarefas de manutenção elétrica: requerem permissão formal para o trabalho e são realizadas sob controle de um supervisor. A rede deve estar desenergizada, com chave de acionamento bloqueada, etiquetada e aterrada. Implicam um constante monitoramento da concentração dos gases.
- Material utilizado em instalações elétricas: peças, dispositivos, cabos, condutores, equipamentos e sistemas devem ser certificados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO.
- Locais de instalação de transformadores e capacitores, painéis e respectivos dispositivos de operação: devem ser construídos e ancorados de forma segura, ter boa ventilação e iluminação ou projetados e construídos com tecnologia adequada para operação em ambientes confinados. Precisam de proteção e sinalização adequada, indicando zona de perigo para alertar que o acesso é proibido a pessoas não-autorizadas. Devem possuir extintores portáteis de incêndio adequados à classe de risco, localizados na entrada ou em suas proximidades (em subsolos à montante do fluxo de ventilação). Locais destinados a receber instalações elétricas não devem ser utilizados para finalidades diversas do projeto original.
- Aterramento: instalações, carcaças, invólucros, blindagens ou peças condutoras que possam armazenar energia estática, com possibilidade de gerar faíscas ou centelhas, devem ser aterrados. Malhas, pontos de aterramento e para-raios devem ser revisados periodicamente, e os resultados, registrados.
- Locais sujeitos a emissões de gases explosivos e inflamáveis: as instalações elétricas serão à prova de explosão.

2.4.4 Condições climáticas

2.4.4.1 Descargas atmosféricas

Deve-se considerar que todo trabalho em equipamentos energizados só deve ser iniciado com boas condições meteorológicas; ou seja, não é permitido realizar este tipo de trabalho sob chuva, neblina densa ou ventos. A presença de umidade, por exemplo, reduz a rigidez dielétrica do ar e compromete também a capacidade de isolamento dos EPIs e EPCs.

Pode-se determinar a condição de umidade favorável com a utilização de termohigrômetro ou tocar levemente com um pano úmido a superfície de um bastão de manobra e aguardar durante aproximadamente 5 min. Caso desapareça a película de umidade, há condições seguras para a execução dos serviços.

Os equipamentos que utilizam óleo isolante não devem ser abertos em condições de umidade elevada, acima de 70%. O óleo, absorvendo a umidade do ar, compromete suas características isolantes.

Medidas preventivas quanto ao risco de descargas atmosféricas

Como medidas preventivas quanto ao risco de descargas atmosféricas, podemos citar:

- Evitar a execução de serviços em equipamentos e instalações elétricas internas e externas.
- Nunca procurar abrigo sob árvores ou construções isoladas sem sistema de proteção adequada.
- Não entrar em rios, lagos, piscinas, guardando uma distância segura destes.
- Procurar abrigo em instalações seguras, jamais ficando ao relento.
- Caso não encontre abrigo, procurar não se movimentar, e se possível ficar agachado, evitando assim o efeito das pontas.
- Evitar o uso de telefones, a não ser que seja sem fio.
- Evitar ficar próximo de tomadas e canos, janelas e pontas metálicas.
- Evitar tocar em qualquer equipamento elétrico ligado à rede elétrica.
- Evitar locais extremamente perigosos, como topo de morros, topos de prédios, proximidade de cercas de arame, torres, linhas telefônicas, linhas aéreas.

Importante salientar que o Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) servem para proteção de prédios, antenas, instalações industriais, tanques, tubulações e pessoas contra as descargas atmosféricas e seus efeitos. O SPDA é composto por dispositivos instalados nos pontos mais altos das instalações e estruturas, que proporcionam um caminho para a terra, oferecendo a menor resistência elétrica possível e, desta forma, criam um caminho para a corrente originada pela descarga atmosférica fluir em direção à terra, sem danificar equipamentos ou estruturas, além de proteger as pessoas dentro desta edificação.

O sistema de proteção se completa com a instalação de um Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS) na rede de energia elétrica da edificação, com a finalidade de proteger contra sobretensões decorrentes de descargas atmosféricas ocorridas próximo à redes de distribuição (até 1,0 km).

A NR 10 define que a abrangência das medidas de prevenção depende das características das exposições e necessidades de controle das instalações elétricas. A NBR 5419 - Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas estabelece os critérios a serem observados para verificar a necessidade ou não da instalação de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas. Novamente a NR 10, inclui entre a documentação que a organização deve manter atualizada, os laudos de inspeções e medições da proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos, salientando que estes documentos devem ser elaborados por profissional legalmente habilitado.

O projeto de SPDA faz parte do Programa de Prevenção e Combate a Incêndio (PPCI), sendo considerado uma proteção coletiva.

2.4.4.2 Umidade

A água pura não é uma substância condutora, contudo o agravamento que ela proporciona no caso de contato com uma superfície energizada é que a água aumenta a área de contato entre a pessoa que sofre o choque e a superfície energizada. É desta forma que a umidade se torna um fator de agravamento das lesões provenientes da descarga de energia.

Devido a este fato, é importante que, na realização de serviços em eletricidade, seja dada atenção à umidade presente nas ferramentas, equipamentos e demais utensílios empregados, bem como não trabalhar com mãos e roupas úmidas.

Ressalta-se que o suor é composto de água e sais que podem aumentar a condutividade superficial da pele e a área de contato.

Além do aspecto de segurança do trabalhador, a umidade também danifica ou ajuda a danificar os equipamentos elétricos

2.4.5 Animais peçonhentos

Nas atividades realizadas em instalações elétricas, o trabalhador está exposto ao risco de sofrer ataques de insetos e animais, muitos deles peçonhentos ou venenosos.

Animais peçonhentos são aqueles que possuem glândulas de veneno e que o injetam com facilidade por meio de dentes ocos, ferrões ou agulhões. Ex.: serpentes, aranhas, escorpiões, lacraias, abelhas, vespas, marimbondos e arraias.

Já os animais venenosos são aqueles que produzem veneno, mas não possuem um aparelho inoculador (dentes, ferrões), provocando envenenamento passivo por contato (lonomia ou taturana), por compressão (sapo) ou por ingestão (peixe baiacu).

Os acidentes com animais venenosos e peçonhentos têm grande importância médica devido a sua gravidade e frequência. Podem ser: picadas por escorpiões, aranhas, lacraias, cobras, abelhas.

Ataques de insetos tais como abelhas, escorpiões e marimbondos podem ocorrer na execução de serviços em torres, postes, subestações, leitura de medidores, serviços de poda de árvores e outros. Nestes casos, deverá ser realizada inspeção prévia de modo a se constatar se no local de realização dos serviços programados existe caixa de marimbondos ou outros tipos de insetos.

Já o ataque de animais ocorre, sobretudo, nas atividades de construção, supervisão e manutenção em redes de transmissão e distribuição de energia em regiões silvícolas e florestais. Atenção especial deve ser dada à possibilidade de picadas de animais peçonhentos nessas regiões.

Também é frequente no setor de distribuição de energia com os trabalhadores leituristas domiciliares, que são normalmente atacados por animais domésticos, situação que não é comum dentro de instituições públicas.

2.5 SEGURANÇA NO TRABALHO

Leia com atenção a reportagem que segue e tente identificar os procedimentos inadequados que levaram a vitimar o funcionário Antônio Carlos durante a execução da tarefa de desconectar um cabo de eletricidade no poste.

Descarga elétrica vitima artista de circo

O funcionário do *Circo Elétrico* Antônio Carlos da Luz, 26 anos, morreu ontem ao cair de um poste quando tentava desconectar um cabo de eletricidade. Antônio, que não usava qualquer tipo de equipamento de proteção, sofreu uma descarga elétrica, caiu e bateu a cabeça contra o calçamento. Conduzido às pressas para o hospital numa viatura da Polícia Militar, já chegou praticamente sem vida. Segundo o médico de plantão que atendeu Antônio Carlos, ele veio a óbito em decorrência da descarga elétrica e Traumatismo Craniano Encefálico (TCE).

Um amigo da vítima que também trabalha no *Circo Elétrico*, relatou que ele e a vítima estavam terminando de colocar os equipamentos em um caminhão para deixar a cidade de Santa Clara, onde se encontravam desde a última sexta-feira.

As causas da tragédia envolvendo o artista circense Antônio Carlos da Luz serão investigadas pelo delegado local, que já ontem iniciaria o inquérito policial. O não-uso de equipamentos adequados para manusear com fiação elétrica e de alta tensão deverá ser um dos problemas questionados pela autoridade policial junto aos coordenadores do *Circo Elétrico*.

Santa Clara, terça-feira, 18 de setembro de 2010

A segurança no trabalho é essencial para garantir a saúde e evitar acidentes nos locais de trabalho, sendo um item obrigatório em todos os tipos de trabalho.

Podemos classificar os acidentes de trabalho relacionando-se com fatores humanos (atos inseguros) e com o ambiente (condições inseguras). Essas causas são apontadas como responsáveis pela maioria dos acidentes. No entanto, deve-se levar em conta que, às vezes, os acidentes são provocados pela presença de condições inseguras e atos inseguros ao mesmo tempo.

2.5.1 Atos inseguros

Atos inseguros são causas de acidentes no trabalho por fator humano, isto é, quando as tarefas são executadas de forma contrária às normas de segurança. Eles se vinculam à maneira como os trabalhadores se expõem aos riscos de acidente e podem ser controlados a partir da análise dos fatores que contribuem para sua ocorrência. Neste sentido, recomenda-se a identificação de fatores de risco, tais como:

- Problemas de adaptação por fatores constitucionais entre homem e função (sexo, idade, tempo de reação aos estímulos, coordenação motora, agressividade, impulsividade, nível de inteligência, grau de atenção etc.).

- Fatores circunstanciais que estejam influenciando o desempenho do indivíduo em determinado momento (problemas familiares, abalos emocionais, discussão com colegas, alcoolismo, estado de fadiga, doença etc.).
- Desconhecimento dos riscos da função e da forma de evitá-los (causados geralmente por seleção inadequada do trabalhador ou por ausência de treinamento eficaz).
- Desajuste relacionado com condições do trabalho (ocorrência de conflitos com chefia, problemas com colegas, política salarial e promocional imprópria, clima de insegurança na equipe etc.).
- Características da personalidade (comportamento impróprio, agressividade, impulsividade, forma desleixada, machista, exibicionista, desatenção contínua, brincalhões fora de hora, excesso de confiança).

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.

2.5.2 Condições inseguras

Condições inseguras são condições presentes nos ambientes de trabalho que colocam em risco a integridade física e mental do trabalhador, gerando uma possibilidade de acidente. Estas condições se manifestam como deficiências técnicas no ambiente de trabalho, comumente encontradas:

- Em construções/instalações da empresa: áreas insuficientes, pisos fracos/irregulares, excesso de ruído/trepidações, falta de ordem/ limpeza, instalações elétricas impróprias, sinalização ausente/ incompleta;
- Em máquinas/equipamentos: falta de aterramento, localização imprópria, defeitos e ausência de proteção nas partes móveis;
- Na ausência ou insuficiência de proteção para o trabalhador: ferramentas inadequadas, roupas, calçados, luvas, óculos e outros equipamentos impróprios/com defeito;
- Na falta de conhecimento técnico por parte do trabalhador: falta de treinamento, treinamento incompleto, não devidamente assimilado.

2.5.3 Causas diretas de acidentes com eletricidade

Podem-se classificar como causas diretas de acidentes com eletricidade aquelas propiciadas pelo contato no ponto energizado. Este contato pode ocorrer de forma direta ou indireta. Veja:

- Contato direto: quando o objeto está energizado, por ser este o princípio funcional, pois sua função é a de conduzir corrente elétrica. São exemplos: a parte condutora dos cabos, os barramentos de quadros e as conexões de fusíveis.
- Contato indireto: neste caso, o objeto ficou energizado acidentalmente, como a porta da geladeira, o registro de chuveiro ou a porta do quadro de comando.

2.5.4 Causas indiretas de acidentes com eletricidade

As causas indiretas de acidentes elétricos são oriundas, basicamente, de três fatores:

- Indução eletromagnética: um circuito desligado compartilhando uma estrutura física com outros circuitos energizados, a exemplo de uma eletrocalha.
- Tensões eletrostáticas: atrito de peças em movimento, como polias e correias;
- Descargas atmosféricas: raios.

Quadro 1: causas de acidentes elétricos

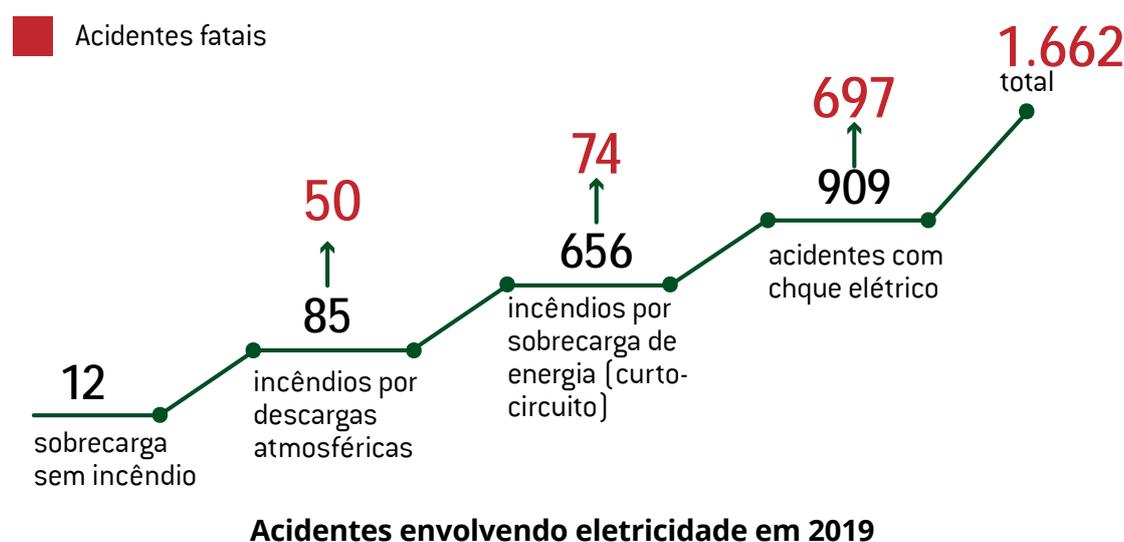
ACIDENTE	ato inseguro	condição insegura	causa direta	causa indireta
Acidente no circo	Não usar EPI	Falta de EPI	Cabo energizado	Não houve

2.5.5 Análise dos acidentes de origem elétrica no país

O Anuário Estatístico Abracopel 2020 apresenta uma análise dos acidentes de origem elétrica no país, com dados de 2019, oferecendo à Sociedade Brasileira, ao Setor de Energia e ao Poder Público um importante instrumento de referência sobre os riscos inerentes à eletricidade, especialmente os relacionados ao uso inadequado das instalações elétricas.

Dois critérios básicos orientam a estruturação do Anuário Estatístico Abracopel de Acidentes de Origem Elétrica 2019: os dados de mortes por choques elétricos e os incêndios por sobrecarga no período de 1 de janeiro de 2019 a 31 de dezembro de 2019.

A Figura 17 mostra um resumo dos acidentes de origem elétrica, ocorridos no Brasil, em 2019.



Os eventos com choque elétrico lideram o ranking de acidentes de origem elétrica no país no ano de 2019, com 909 registros, sendo 697 fatais, seguidos pelos incêndios por sobrecarga, com 656 ocorrências onde 74 pessoas foram vítimas fatais e os acidentes por descargas atmosféricas, que somaram 85 episódios levando a óbito 50 pessoas. As causas mais comuns atribuídas aos acidentes são as gambiarras elétricas, as instalações elétricas antigas, a falta de manutenção, o desconhecimento do risco e o uso de uma mesma tomada para conexão de diversos equipamentos ao mesmo tempo (ABRACOPEL, 2020).

De acordo com os dados levantados pela Abracopel, os ambientes familiares estão se mantendo na liderança no número de mortes por choques elétricos (228). A ideia de que rede aérea mata mais, tem se comprovado não ser a realidade dos fatos. Apesar do número de mortes neste setor ter subido em comparação com o ano de 2018 (174 para 206), ainda assim, em 90% dos casos, o acidente se dá por absoluta falta de conhecimento, distração, descaso e até crime, como no caso de roubos de cabos.

Relacionando os acidentes de origem elétrica com as profissões dos acidentados, o anuário estatístico da Abracopel aponta para agricultor como destaque nos acidentes fatais por choques elétricos, totalizando 85 acidentes e 82 mortes em 2019. Muitas dessas mortes ocorrem em decorrência do manuseio, instalação e manutenção de bombas de poços artesianos e bombas de sucção, além do toque na rede aérea por máquina de implementos agrícolas.

Os eletricitistas autônomos continuam se destacando também, muitos deles se arriscam a fazer trabalhos dos quais não possuem qualificação necessária, e o acidente quase sempre é fatal (94 acidentes e 69 mortes). Já, entre os eletricitistas de empresas o número de mortos é menor (22 acidentes e 11 mortes). Crianças e adolescentes computam 112 acidentes com 74 mortes.

Entre pedreiros e pintores, as causas mais comuns de acidentes com vítimas são desatenção com manuseio de materiais metálicos (barras de ferro ou extensores dos rolos) próximos às redes de energia elétrica. Ao tocarem a rede, acontece a fatalidade. São 102 acidentes com 65 mortes, nestas classes de trabalhadores. Entre as pessoas que furtam cabos de energia ou para aqueles que fazem as conhecidas “gambiarras”, em 2019 foram 52 acidentes com 39 mortes.

O Gráfico 1 mostra a série histórica do número total de acidentes de origem elétrica, entre 2013 e 2019. Observa-se um incremento de 60% em 2019 em relação a 2013, ano do início da pesquisa. Em números absolutos, esse percentual representou um aumento de 624 acidentes.

O Gráfico 2 mostra os acidentes de choques elétricos fatais e não fatais neste mesmo período.

Gráfico 1 - Total de acidentes 2013 - 2019

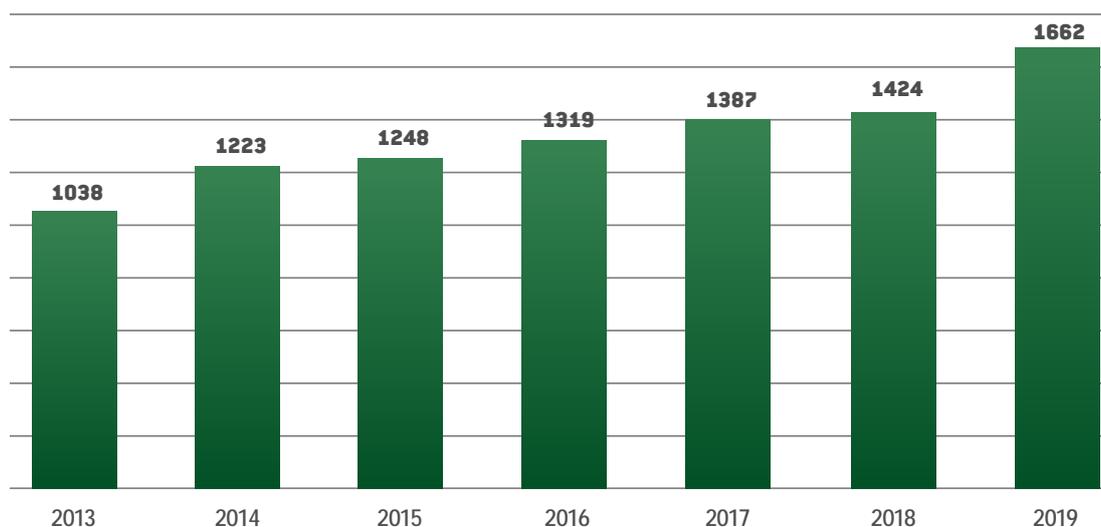
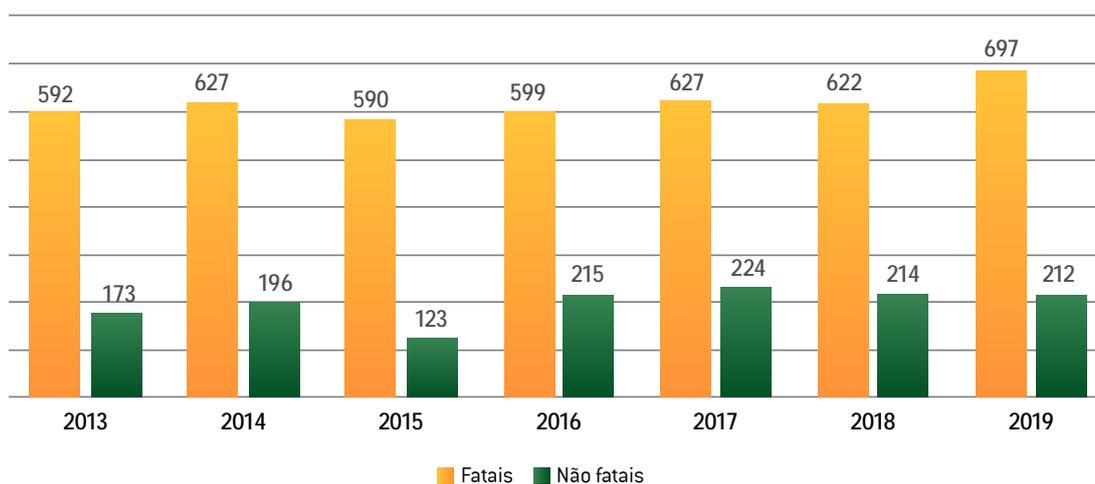


Gráfico 2 - Choques elétricos fatais/ não fatais 2013 -2019



Mais importante que a impessoalidade dos números e dados é entender que atrás de cada número existe uma pessoa que perdeu sua vida, uma casa que se incendiou e seus moradores perderam quase ou todos os seus bens, uma indústria ou comércio se incendiou levando às cinzas um patrimônio de anos de luta. Desta forma teremos uma noção mais próxima da realidade dos fatos e buscamos atitudes que possam minorar o número de acidentes com eletricidade no país, visando à melhoria nas condições de segurança das instalações elétricas de maneira geral.

3. MEDIDAS DE PREVENÇÃO

Medidas de prevenção do controle do risco, em Segurança do Trabalho, se entende por um conjunto de atitudes proativas que visam, por meio de conscientização, treinamento adequado e técnicas de análise de riscos, identificar os riscos nos ambientes de trabalho, avaliá-los e implementar medidas de controle. Medidas de controle é uma titulação de item que representa o coletivo das ações estratégicas de prevenção destinadas a eliminar ou reduzir, mantendo sob controle as incertezas e eventos indesejáveis com a capacidade potencial para causar lesões ou danos a saúde dos trabalhadores e, dessa forma, transpor as dificuldades possíveis na obtenção de um resultado esperado, dentro de condições satisfatórias.

A NR 10 estabelece que as organizações deverão adotar medidas de prevenção contra choque elétrico, arco elétrico e outros fatores de riscos de origem elétrica, além dos fatores de riscos adicionais, sempre em conformidade com o Programa de Gerenciamento de Riscos. Importante notar que não apenas os riscos referentes à área elétrica são considerados, mas também os chamados riscos adicionais, como risco de queda (trabalho em altura), exposição a produtos químicos, acidentes com ferramentas, e outros.

Neste capítulo iremos estudar as medidas de prevenção, as de eliminação do fator de risco e as medidas de proteção aplicáveis em instalações e serviços em eletricidade.

3.1 MEDIDAS DE PREVENÇÃO

Uma instalação e/ou um serviço em eletricidade sempre deve ser precedido por um criterioso planejamento, que contemplará todas as etapas que serão desenvolvidas, dimensionando os recursos materiais e humanos para sua execução. O projeto das instalações elétricas não apenas faz parte do planejamento, como é o documento essencial para o desenvolvimento das atividades e necessariamente deve estar à disposição dos trabalhadores que a operam e realizam manutenção e as informações contidas no projeto são fundamentais para a garantia de segurança dos trabalhadores e também do patrimônio. Desta forma, o projeto das instalações elétricas se constitui numa medida de prevenção prioritária nas atividades com eletricidade.

3.1.1 Projeto Elétrico

A NR 10 especifica que as instalações elétricas devem ser executadas a partir de projeto elétrico que assegure condições de segurança e saúde dos trabalhadores e usuários, e que deve conter no mínimo:

- a) Plantas baixas, cortes e detalhes;
- b) Esquemas ou diagramas unifilares;

- c) Laudos de aterramentos e equipotencialização, além de outros documentos, quando aplicáveis; e
- d) Memorial descritivo da instalação.

É imprescindível que o profissional que estiver elaborando o projeto seja conhecedor dos critérios de segurança inerentes ao projeto elétrico. O projeto elétrico deve atender às normas técnicas oficiais (NBRs) estabelecidas pelos órgãos competentes (ABNT) e, somente no caso de ausência ou omissão destas, às normas internacionais cabíveis, e ser elaborado por profissional legalmente habilitado.

A norma técnica NBR 16384/2020 – Segurança em Eletricidade – Recomendações e orientações para trabalho seguro em serviços com eletricidade, de 18 de março de 2020, recomendam que os desenhos sejam mantidos atualizados e acessíveis, bem como as especificações de equipamentos, o memorial descritivo de projeto e os registros das instalações elétricas.

A NBR 16384 estabelece ainda que, além dos documentos de projetos com informações técnicas de engenharia da instalação elétrica e concepção do sistema elétrico, é recomendado que sejam elaborados documentos específicos com informações necessárias para o planejamento e execução segura e confiável dos serviços, como isolamento, operação e manutenção do sistema elétrico.

A elaboração do diagrama unifilar ou multifilar, conforme aplicável, é importante para a operação com o propósito de segurança e deve conter as seguintes informações:

- a) Tensão de alimentação;
- b) Informações das fontes de alimentação, incluindo geradores de emergência e energia armazenada, pontos de seccionamento, e que possa ser fácil e rapidamente identificado, o fluxo de energia para o local de serviço;
- c) Todas as situações operacionais possíveis e indicações de seccionamentos efetivos da(s) alimentação(ões), ou intertravamentos elétricos ou mecânicos, incluindo fontes auxiliares, como geradores de emergência, fontes alternativas de energia e energia armazenada;
- d) Nível de energia incidente do arco elétrico para cada situação operacional do sistema;
- e) Tensão, capacidade de ruptura e corrente nominal dos dispositivos de proteção;
- f) Filosofia do sistema de aterramento adotado
- g) Identificação dos dispositivos e unidades funcionais;
- h) Identificação dos circuitos elétricos.

É conveniente que o diagrama unifilar ou multifilar seja elaborado para cada local, sistema elétrico ou equipamento, e esteja acessível a todos os envolvidos no local de serviço. Também é recomendado que as identificações dos dispositivos e unidades funcionais sejam idênticas em todos os documentos de projeto.

A NBR 16384 recomenda que as instalações sejam documentadas pelos desenhos de instalação indicados abaixo, quando aplicáveis:

- a)** Desenho da planta contendo a configuração do sistema de aterramento e equipotencialização para proteção dos trabalhadores, pessoas e instalações;
- b)** Plantas da classificação de áreas, incluindo planta baixa e cortes, quando aplicáveis;
- c)** Desenho da instalação subterrânea ou enterrada;
- d)** Desenho do sistema de combate a incêndio;
- e)** Desenho das instalações elétricas aéreas;
- f)** Arranjo dos equipamentos e desenho da distribuição do sistema elétrico como: salas e encaminhamento de cabos elétricos, incluindo rotas de fuga e iluminação de emergência;
- g)** Desenhos do Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica (SPDA).

Também deve fazer parte do projeto elétrico, estudos e especificação do sistema elétrico, incluindo:

- a)** Estudo de curto-circuito;
- b)** Estudo de coordenação e seletividade;
- c)** Estudo da energia incidente do arco elétrico;
- d)** Estudo de classificação de áreas, quando aplicável;
- e)** Especificação das medidas e meios de proteção contra choques elétricos e arco elétrico;
- f)** Especificação das medidas e meios de proteção contra incêndios ou outros riscos adicionais de origem elétrica;
- g)** Especificação do SPDA;
- h)** Especificação dos requisitos de segurança dos equipamentos elétricos;
- i)** Estudo de coordenação de isolamento;
- j)** Especificação do sistema de aterramento, com informações de tensão de passo e toque, e dos pontos de conexão dos aterramentos temporários.

Quanto a registros de inspeção e ensaios, o projeto elétrico poderá conter:

- a)** Relatório de vistoria e inspeção do SPDA;
- b)** Relatório de ensaio dos dispositivos de proteção do sistema elétrico;
- c)** Relatório de ensaio do dispositivo diferencial residual;
- d)** Relatório de ensaio dois equipamentos e ferramentas portáteis;
- e)** Relatório de ensaio e certificados dos EPI;
- f)** Relatório do sistema de aterramento, equipotencialização e potenciais permissíveis.

Outros documentos poderão fazer parte do projeto elétrico, como:

- a) Desenho da planta contendo a configuração do sistema de aterramento e equipotencia
Manuais descritivos de operação dos equipamentos;
- b) Certificados de conformidade dos equipamentos destinados a aplicação em áreas classificadas;
- c) Folha de dados e informações pertinentes de segurança dos equipamentos elétricos;
- d) Lista de cabos com informações técnicas, como isolamento, nível de tensão, antichama, atóxica, etc;
- e) Cálculo de dimensionamento dos cabos;
- f) Estudo luminotécnico;
- g) Planta de localização dos equipamentos específicos de combate a incêndio de origem elétrica;
- h) Desenho em planta da sinalização de segurança elétrica e zonas de segurança;
- i) Descrição do sistema de identificação de circuitos elétricos e equipamentos, incluindo dispositivos de manobra, controle, de proteção, intertravamentos eletromecânico ou mecânico, dos condutores e os próprios equipamentos e estruturas, definindo como estas indicações necessitam ser aplicadas fisicamente nos componentes das instalações.



Para casos de instalações elétricas de baixa complexidade, ligados à baixa tensão, podem não ser necessários alguns documentos elencados. Neste caso convém justificar o motivo por um profissional legalmente habilitado.

No aspecto técnico devem ser observados alguns pontos na hora de definir e especificar alguns dispositivos ou equipamentos. Desta forma o profissional que elaborar o projeto deve observar os seguintes pontos:

- a) Devem ser especificados dispositivos de desligamento de circuito com impedimento da reenergização e para sinalização desta condição;
- b) Sempre que for possível especificar dispositivo de seccionamento simultâneo com impedimento de reenergização;
- c) Previsão do distanciamento e espaços suficientes nas instalações para manter seguro o trabalhador que for executar serviços de montagem e manutenção;
- d) Implementar medidas preventivas as influências externas;
- e) Definir e informar o esquema de aterramento escolhido no projeto;
- f) Prever condições de aterramento provisório nas instalações;
- g) Observar os critérios de ergonomia (NR 17) quanto ao posicionamento adequado do trabalhador e iluminação adequada.

A NR 10 determina que toda a documentação que compõe o projeto elétrico deve ser revisada e mantida atualizada de forma a corresponder fielmente ao que foi executado. Após a execução da instalação elétrica deverá ser realizado o projeto como construído (as built).

A abrangência das medidas de prevenção depende das características das exposições e das necessidades de controle das instalações elétricas.

VEJA
+

Para saber mais sobre projetos elétricos não esqueça de consultar a NBR 5410 e NBR 14039

recapitulando

Neste capítulo estudamos os requisitos de segurança que devem ser observados na execução de projetos elétricos

3.2 MEDIDAS DE ELIMINAÇÃO DO FATOR DE RISCO

O principal fator de risco para quem executa atividades com eletricidade é a própria eletricidade. A NR 10 estabelece que, prioritariamente, deverá ser adotada a eliminação do fator de risco decorrente do emprego da energia elétrica por meio da desenergização das instalações elétricas. A desenergização é um conjunto de ações coordenadas entre si, 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, obedecida a sequência abaixo:

- a) Delimitação e sinalização da área de trabalho;
- b) Seccionamento ou desligamento;
- c) Constatação da ausência de tensão;
- d) Impedimento da reenergização
- e) Constatação da ausência de tensão para a instalação de aterramento temporário e equipotencialização dos condutores dos circuitos;
- f) Proteção dos elementos energizados existentes nas imediações; e
- g) Instalação da sinalização de impedimento de reenergização.

Após a delimitação e sinalização da área de trabalho, o processo de desenergização segue a sequência mostrada na figura abaixo.

FIQUE ALERTA

Se você não seguir a sequência você estará sujeito a acidentes.

A organização deve garantir o estado de desenergização durante toda a execução do serviço por meio de medidas que impeçam outras organizações de energizar suas instalações elétricas.

3.2.1 Delimitação e sinalização da área de trabalho

Para realizar serviços em instalações desenergizadas é necessário assegurar que a instalação elétrica do local de serviço esteja sem tensão e se mantenha sem energia durante a realização do serviço. Isto vai exigir a identificação clara e a delimitação elétrica precisa do local de serviço que sofrerá intervenção.

A área de trabalho, onde serão realizados os procedimentos de desenergização do circuito e onde serão realizados os serviços, deverão ser devidamente delimitados (isolados) e sinalizados. Para isso, normalmente são utilizadas cones, placas, grades de proteção, faixas de sinalização, cavaletes, cordões de isolamento e outros dispositivos, cabendo ao encarregado do serviço ou a um elemento designado, advertir e afastar aos que tentarem adentrar a área de risco demarcada.

A maneira de sinalizar e isolar o local de trabalho deve ser definido em função do local, do tipo, da quantidade de pessoal e da duração da tarefa.

3.2.2 Seccionamento ou desligamento

Seccionamento é a ação de desligar completamente um equipamento ou circuito realizando a separação adequada de contatos para garantir condições de segurança específica. A parte da instalação ou equipamento em que vai ser realizado o serviço deve estar desconectado de todas as fontes de alimentação, incluindo fontes de emergência e fontes alternativas por meios ou dispositivos de seccionamento efetivo de todas as fases.

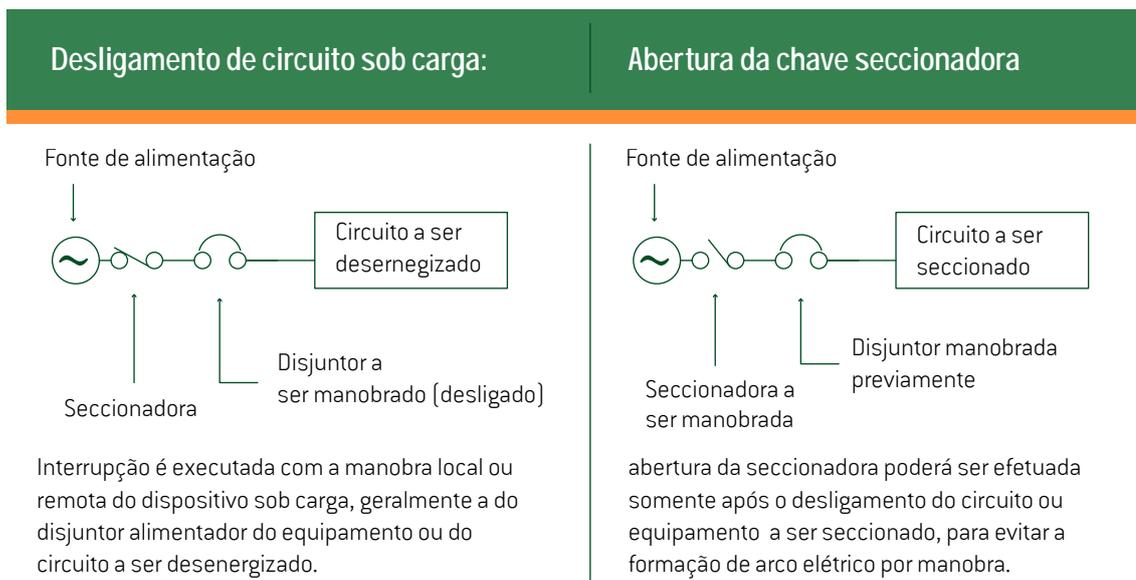
A interrupção de energia pode ser executada com manobra local (manual) ou remota se for o caso (a distância).

Caso exista chave seccionadora tipo seca, o procedimento correto de seccionamento consiste de duas etapas:

- **desligar o disjuntor ou chave de abertura sob carga, e**
- **abrir a chave seccionadora.**

Convém que a desconexão seja assegurada por uma distância no ar (isolação) ou um isolamento de eficácia equivalente que assegure que o ponto de seccionamento não provoque falha elétrica. Desta forma o seccionamento terá mais eficácia quando se puder constatar visualmente a separação dos contatos, como, por exemplo, a abertura de seccionadoras, a retirada de fusíveis ou a extração de disjuntores.

Quadro 2 - Seccionamento ou desligamento



3.2.3 Constatação da ausência de tensão

Constatar a ausência de tensão é conferir se realmente todas as fases do circuito se encontram desligadas, na condição de zero volt, usualmente por sinalização luminosa ou voltímetro instalado no próprio painel. Na inexistência ou inoperabilidade de tal equipamento, deve-se constatar a ausência da tensão com equipamentos apropriados (voltímetro portátil, detectores de tensão de proximidade ou contato), adequados à classe de tensão no ponto de execução da tarefa, garantindo a segurança do usuário.



Voltímetro



Detector de tensão BT



Detector de tensão MT

Utiliza-se o detector de tensão de proximidade com sinal sonoro especialmente em alta tensão, e o voltímetro ou multiteste na baixa tensão.

Antes de proceder ao teste de ausência de tensão, usa-se o equipamento em circuitos sabidamente energizados (ligados) para comprovar que o aparelho se encontra em perfeito estado de funcionamento.

VEJA
+

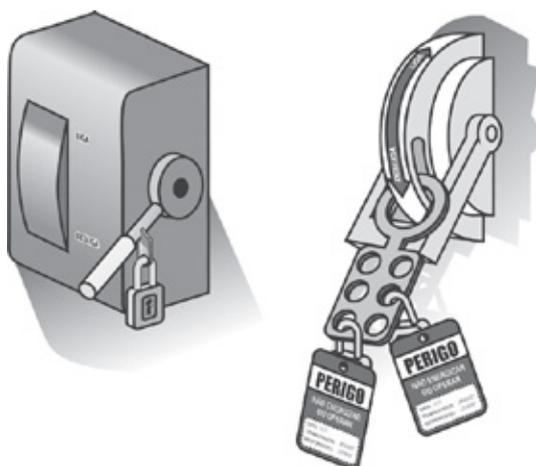
Para saber mais consulte a NBR 16384/2020, item 6.2.3

3.2.4 Impedimento da reenergização

Impedimento de reenergização é o processo pelo qual se impede o religamento acidental do circuito seccionado utilizando bloqueio mecânico (lockout). Cada trabalhador que realiza uma tarefa no circuito ou na instalação deve, individualmente, bloquear o circuito com cadeado ou algum recurso com eficiência similar, para evitar o religamento intencional ou acidental.

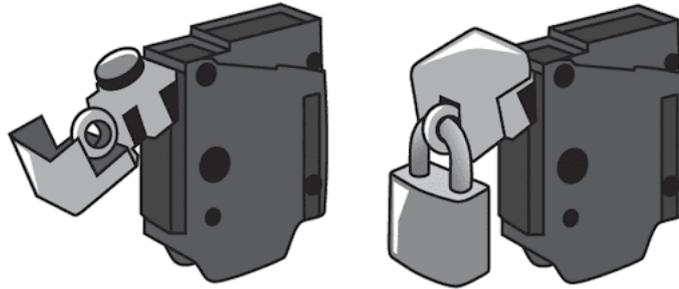
Veja alguns exemplos de impedimento de reenergização:

Em seccionadora aberta deverá ser utilizado um sistema de bloqueio, como ilustra a figura. Este bloqueio requer o uso de cadeados a fim de impedir a manobra de religamento, pelo travamento da haste de manobra.



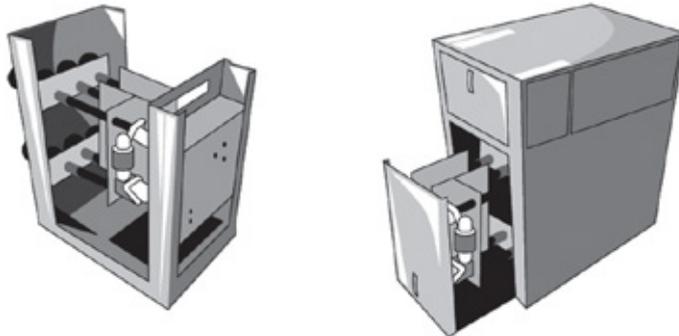
Sistema de bloqueio

Em disjuntores, a manopla deverá ser bloqueada através de um sistema de travamento, como cadeado ou lacre.



Sistema de travamento com cadeado

Em algumas instalações, quando tecnologicamente o equipamento permitir, o bloqueio poderá ser executado pela remoção do disjuntor no painel. Este procedimento é denominado de extração do disjuntor.



Extração do disjuntor

VEJA
+

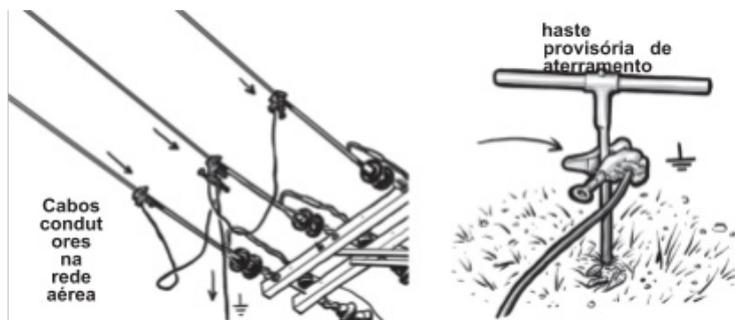
Para saber mais consulte a NBR 16384/2020, item 6.2.2

3.2.5 Constatação da ausência de tensão para a instalação de aterramento temporário de equipotencialização dos condutores dos circuitos

Denomina-se temporário o aterramento para situações determinadas e transitórias durante a execução de uma tarefa. Ele garante ligação elétrica efetiva, confiável, adequada e intencional à terra.

O aterramento temporário consiste em interligar condutores, fases e neutro curto-circuitando-os à malha existente ou à haste provisória de aterramento através de condutores e dispositivos

apropriados, para proteger contra manobras indevidas, sobretensões e induções, garantindo maior segurança aos executores da tarefa.



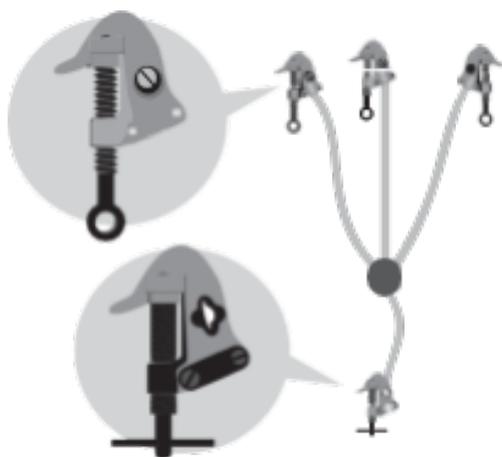
Deve-se lembrar que aterramento temporário significa a equipotencialização dos condutores e que somente pode ser realizado em circuitos desenergizados (condutores ou equipamento sem alimentação elétrica), como medida efetiva de segurança.

O condutor de neutro jamais deve ser utilizado em substituição ao ponto de terra na instalação de aterramento temporário, porque o neutro é funcional, e não de segurança. Em outras palavras, se você usar o neutro como aterramento, na ocorrência de um problema, ao invés de ir direto para o terra, ele ficará flutuante no circuito (sem descarregar com eficácia no solo).

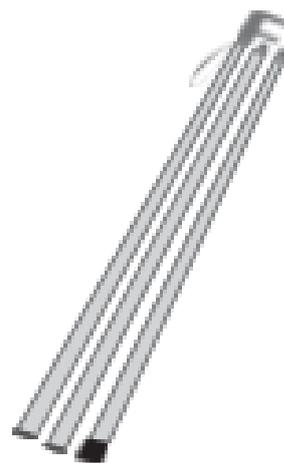
Sequência do procedimento para a instalação do aterramento temporário:

- Afastar pessoas não envolvidas na execução do aterramento.
- Confirmar a desenergização do circuito a ser aterrado.
- Realizar a inspeção prévia dos dispositivos que serão utilizados.
- Ligar com firmeza o grampo de terra do conjunto de aterramento temporário à malha existente ou à haste provisória de aterramento.
- Ligar a outra extremidade do conjunto de aterramento aos condutores a serem aterrados.
- Procedimento para a remoção do aterramento temporário:
 - Desconectar a extremidade ligada aos condutores aterrados.
 - Desconectar o grampo ligado à malha de terra.
 - Recolher o conjunto de aterramento.

O aterramento temporário por curto-circuito trifásico dos condutores é um dos procedimentos exigidos por norma para a desenergização e deve ser mantido continuamente durante a manutenção na instalação elétrica.

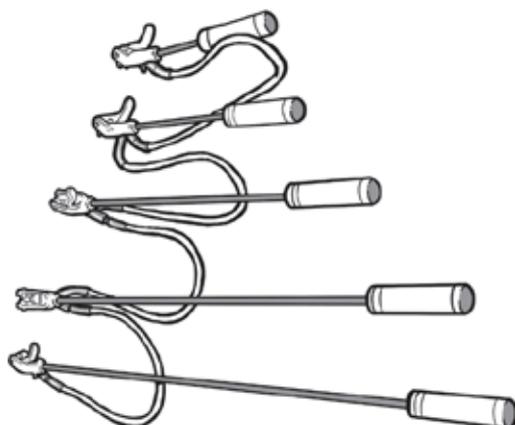


Dispositivos para aterramento temporário



Vara de manobra

Caso seja necessária a retirada do aterramento temporário por um breve período de tempo para a execução de testes de isolamento (megar o cabo, por exemplo), ele deve ser reconectado imediatamente após o término do teste. Também deve ser dada a devida atenção aos demais trabalhadores envolvidos na manutenção, que deverão ser afastados do local durante o teste.



Aterramento para BT

O curto-circuito trifásico feito em situações normais de trabalho utiliza o dispositivo de varetas.

A barra de aterramento de baixa tensão é utilizada em situações de emergência, onde se faz o curto-circuito para evitar que o electricista sofra o efeito de um choque acidental.

VEJA
+

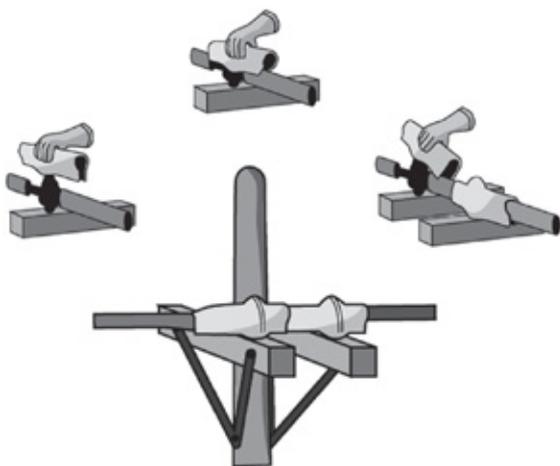
Para saber mais consulte a NBR 16384/2020, itens 6.2.3.1, 6.2.3.2, 6.2.3.3 e 6.2.3.4

3.2.6 Proteção dos elementos energizados existentes nas imediações

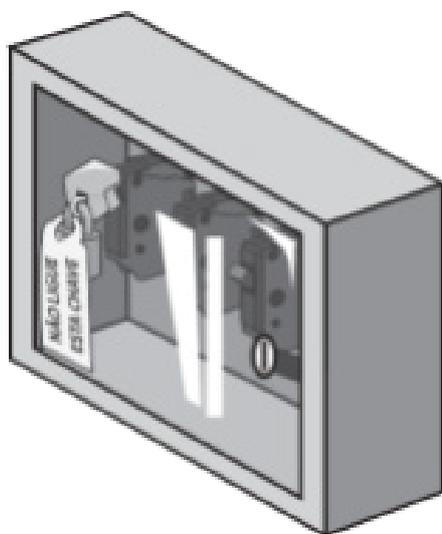
A proteção dos elementos energizados compreende a proteção física contra contatos acidentais com outros circuitos ou elementos que continuarão energizados na zona controlada e de risco, através da colocação de barreiras e obstáculos.

Se houver partes de uma instalação elétrica próximas ao local de serviço que não podem ser desenergizadas, é necessário adotar medidas adicionais de proteção contra contatos antes de iniciar o serviço.

Em algumas situações pode ser tecnicamente inviável instalar o aterramento provisório nos circuitos de baixa tensão. Nestes casos é necessário utilizar EPI completo para proteção contra choque elétrico e os efeitos térmicos de eventual arco elétrico ou barreiras isolantes.



3.2.7 Instalação da sinalização de impedimento de reenergização



Compreende a sinalização (tagout) do circuito, equipamento ou dispositivo desenergizado.

A sinalização de impedimento de energização deve ser fixada no dispositivo de comando e em todos os pontos possíveis de alimentação do equipamento principal, alertando que ele está impedido de ser manobrado. Este tipo de sinalização é utilizado para diferenciar os equipamentos energizados dos não-energizados.

A sinalização de impedimento de energização deve ser feita com etiquetas ou placas contendo avisos de proibição de religamento, como:

“Homens trabalhando no equipamento.”

“Não ligue esta chave.”

“Perigo de vida”

“Perigo. Não mexa!”

VEJA
+

Para saber mais consulte a NBR 16384/2020, item 6.2.5

3.2.8 Processo de reenergização

O estado de instalação desenergizada deve ser mantido até a autorização para reenergização, devendo ser reenergizada respeitando a sequência de procedimentos abaixo:

- a) Retirada das ferramentas, utensílios e equipamentos;
- b) Retirada das imediações de todos os trabalhadores não envolvidos no processo de reenergização;
- c) Remoção do aterramento temporário, da equipotencialização e das proteções adicionais;
- d) Remoção da sinalização de impedimento de reenergização;
- e) Desbloqueio, se houver, e religação dos dispositivos de seccionamento; e
- f) Retirada dos obstáculos de delimitação e sinalização do espaço seguro de trabalho.

As medidas constantes acima podem ser alteradas, substituídas, ampliadas ou eliminadas, em função das peculiaridades de cada situação e/ou desenvolvimento tecnológico, por profissional legalmente habilitado, autorizado e mediante justificativa técnica previamente formalizada, desde que seja mantido o mesmo nível de segurança originalmente preconizado.

Os serviços a serem executados em instalações elétricas desligadas, mas com possibilidade de energização, por qualquer meio ou razão, devem atender aos procedimentos de segurança em instalações elétricas energizadas e trabalho a proximidade.

3.2.9 Emprego da baixa tensão

A NR 10 estabelece que na impossibilidade de implantação da desenergização elétrica deve ser usado o emprego da extra baixa tensão ou tensão de segurança.

Este método de proteção, o emprego de tensão de segurança é considerado muito seguro por proporcionar segurança em três fatores:

- Isolação funcional

- Redução da tensão
- Isolação do sistema no caso do uso de transformadores de separação de segurança.

3.2.9.1 Principais fontes de tensão de segurança

As principais fontes são:

- Transformadores de separação de segurança,
- Conjunto motor-gerador com isolação similar aos transformadores de segurança e
- Baterias.

A tensão extrabaixa é obtida tanto através de transformadores como de baterias e geradores, e está situada abaixo de 50 V em corrente alternada e 120 V em corrente contínua, proveniente de uma fonte de segurança. Seu uso com intenção de promover proteção consiste em empregar uma fonte de extrabaixa tensão com separação de proteção. A característica básica da separação de proteção é a isolação dupla ou reforçada entre o primário e o secundário do transformador, quando a tensão extrabaixa é obtida a partir de circuitos com tensão mais elevada.

É comum o emprego da tensão de 12 V e 25 V para condições desfavoráveis de trabalho (trabalho em ambientes imersos e úmidos, favoráveis a choque elétrico em função da diminuição da resistência do corpo humano e do comprometimento da isolação elétrica dos equipamentos). Equipamentos de solda empregados em espaços confinados também requerem que as tensões empregadas sejam baixas.

Valores da tensão de contato limite (V)

Tabela 05 - Valores da tensão de contato limite

Natureza da corrente	Situação 1	Situação 2	Situação 3
Alternada, 15Hz – 1000Hz	50	25	12
Contínua, sem ondulação	120	60	30

3.2.9.2 Critérios a serem observados

Quanto ao uso deste tipo de proteção, devem-se observar os seguintes critérios:

- Não aterrar o circuito de extra baixa tensão.
- Não fazer ligações condutoras com circuitos de maior tensão.
- Não dispor os condutores de um circuito de extra baixa tensão em locais que contenham condutores de tensões mais elevadas.

3.2.9.3 Desvantagens

Este método oferece algumas desvantagens, que são:

- A necessidade de fazer uma instalação elétrica de extra baixa tensão e grandes secções transversais para os condutores de fornecimento da extrabaixa tensão e
- A exigência frequente de construir equipamentos de dimensões físicas relativamente grandes quando comparados com equipamentos que utilizam tensões mais altas para seu funcionamento.



Note que, embora possam existir algumas desvantagens deste método de proteção, utilize sempre a tensão de segurança em ambientes confinados, locais imersos, úmidos e compartimentos condutivos.

recapitulando

Neste capítulo estudamos as medidas de eliminação do fator de risco de acidentes com eletricidade, desenergização e emprego da tensão de segurança.

3.3 MEDIDAS DE PROTEÇÃO COLETIVA

As medidas de proteção coletiva são providências estratégicas abrangentes ao coletivo dos trabalhadores expostos à mesma condição, de forma a eliminar ou reduzir, com controle, as incertezas e eventos indesejáveis, destinadas a preservar a integridade física e a saúde dos trabalhadores, usuários e terceiros.

As medidas de proteção contra choques estão fundamentadas na garantia de que partes vivas perigosas não sejam acessíveis e que massas ou partes condutivas acessíveis não ofereçam perigo, tanto em condições normais como em situações de risco decorrentes de alguma falha que as torne acidentalmente vivas. Esta garantia é assegurada pelo provimento conjunto de proteção básica e de proteção supletiva, mediante combinação de meios independentes ou mediante aplicação de medida capaz de prover ambas as proteções simultaneamente.

As medidas de proteção básica são utilizadas para proteção contra contatos diretos das partes vivas perigosas em condições normais, enquanto que as medidas de proteção supletiva são utilizadas para proteção contra contatos indiretos de massas ou partes condutivas acessíveis, acidentalmente vivas.

**FIQUE
ALERTA**

Entendemos como PARTES VIVAS as partes condutoras e energizadas do circuito

3.3.1 Isolamento elétrico

Define-se isolamento elétrico como uma ação destinada a impedir todo e qualquer contato com as partes vivas (energizadas) das instalações elétricas.

As partes vivas devem possuir uma cobertura isolante completa e que só possa ser removida através de sua destruição, que pode ocorrer por ação mecânica do trabalhador ou usuário ou por sobretensões transitórias que causam a ruptura do isolamento, aquecimento etc.

Como afirmado anteriormente, a proteção contra choques elétricos compreende, em caráter geral, dois tipos de proteção: básica e supletiva.

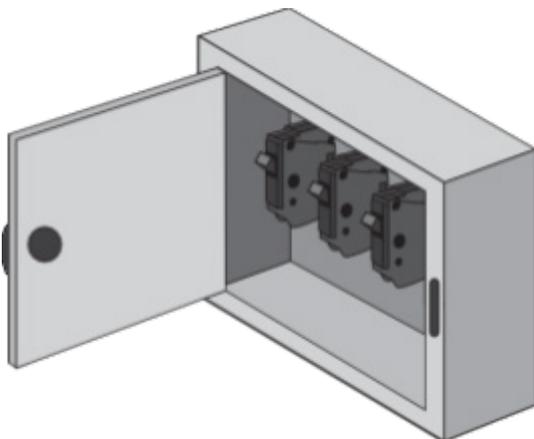
Até 2004, esses dois conceitos correspondiam aos conceitos de proteção contra choques diretos e indiretos. A NBR 5410 estabelece, como regra geral para proteção contra choques elétricos, a aplicação de uma única medida capaz de prover os dois tipos de proteção de forma simultânea.

3.3.1.1 Proteção básica

Meio destinado a impedir o contato com partes vivas perigosas em condições normais. A proteção básica pode ser parcial ou completa. Exemplo de proteção completa é a isolação básica, uso de barreiras ou invólucros e a limitação de tensão; e exemplo de proteção parcial é o uso de obstáculos ou a colocação fora de alcance.

Proteção básica completa

- a) **Isolação básica ou separação básica:** é a isolação aplicada às partes vivas, destinada a assegurar proteção básica contra choques. Cita-se, neste caso, a capa comum de um condutor.
- b) **Uso de barreiras ou invólucro:** as barreiras e os invólucros são destinados a impedir qualquer contato de pessoas ou animais com as partes vivas da instalação elétrica.



Tanto as barreiras como os invólucros devem:

- Ser fixados de forma segura;
- Possuir condições de resistência material;
- Possuir durabilidade suficiente para manter os graus de proteção e
- Apresentar separação apropriada das partes vivas.

As barreiras visam impedir a aproximação física intencional ou acidental com partes vivas durante a atuação sobre equipamentos em operação normal, por ocasião de operação de equipamentos sob tensão, por meio de painéis sobre os seccionadores.

A retirada de barreiras e a abertura de invólucros ou coberturas só pode ser feita com utilização de chaves ou ferramentas apropriadas, respeitando as seguintes condições:

- Não permitir a reenergização do circuito enquanto não se recolocarem as barreiras, os invólucros ou coberturas que foram retirados logo após a desenergização.
 - Existência de uma segunda isolação que não possa ser retirada sem a desenergização das partes vivas protegidas e impeça qualquer contato com elas.
- c) Limitação de tensão: é o procedimento pelo qual se define o valor máximo de tensão tolerável para uma condição de trabalho seguro, ou a própria segurança das instalações, tendo como base as condições do ambiente e das instalações e também os fatores externos.

Um exemplo de sistema de limitação de tensão é o uso de DPS (Dispositivo de Proteção contra Surto), que atua quando uma sobretensão transitória atinge o valor limite definido pelo equipamento. Se numa instalação alimentada com tensão de 220 V foi instalado um DPS limitador em 275 V, quando a sobretensão atingir este valor pré-determinado o DPS fechará o contato normalmente aberto, desviando para o aterramento esta tensão indesejada, protegendo, assim, as instalações.

Proteção básica parcial

- a) **Obstáculos e anteparos:** são destinados a impedir contatos acidentais com as partes vivas das instalações elétricas, mas não impedem os contatos intencionais pela tentativa deliberada de contornar o obstáculo. Telas de arame e corrimões são bons exemplos para impedir uma aproximação física não-intencional. Por ocasião de operação de equipamentos sob tensão, pode-se citar como exemplo de obstáculos as telas ou painéis instalados sobre os seccionadores.
- b) **Proteção parcial por colocação fora de alcance:** é realizada por intermédio de afastamento físico, para a prevenção de contatos involuntários com as partes vivas. Considera-se que duas partes são simultaneamente acessíveis quando o afastamento entre elas não ultrapassar 2,5 m. Quando há espaçamento, deve ser suficiente para evitar que pessoas circulando nas proximidades das partes vivas em média tensão entrem em contato com essas partes, seja diretamente ou por intermédio de objetos que manipulem ou transportem.

Espaçamento para instalações internas:

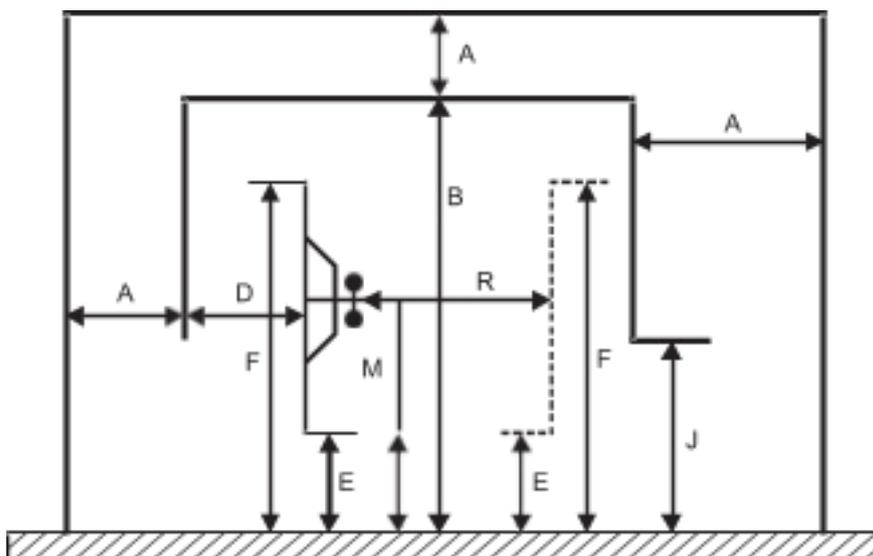


Tabela 06 - Espaçamento para instalações internas

Dimensões mínimas - mm

D	300 até 24,2kV 400 para 36,2kV	Distância entre a parte viva e um anteparo vertical
A	—	Valores de distâncias mínimas de tabela 21 da NBR14039
R	1200	Locais de manobra
B	2700	Altura mínima de uma parte viva com circulação
K	2000	Altura mínima de um anteparo horizontal
F	1700	Altura mínima de um anteparo vertical
J	E + 300	Altura mínima de uma parte viva sem circulação

Dimensões máximas - mm

E	300	Distância máxima entre a parte inferior de um anteparo e o piso
M	1300	Altura dos punhos de acionamento manual
Malha	20	Abertura da malha

Espaçamento para instalações externas:

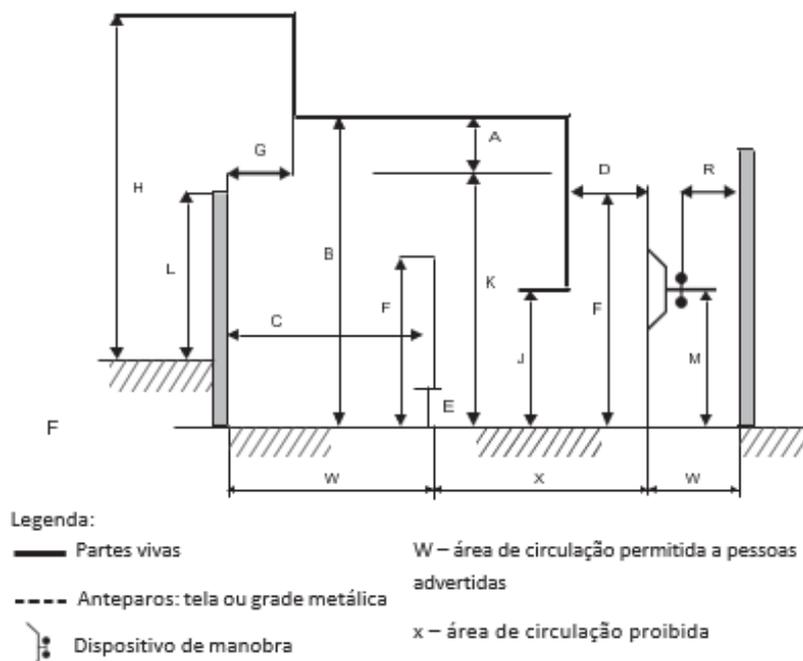


Tabela 07 - Espaçamento para instalações externas

Dimensões mínimas - mm		
A	—	Valores de distâncias mínimas da tabela 21 da NBR14039
G	1500	Distância entre a parte viva e a proteção externa
B	4000	Altura mínima de uma parte viva na área de circulação
R	1500	Locais de manobra
D	500	Distância mínima entre a parte viva e um anteparo vertical
F	2000	Altura mínima de um anteparo vertical
H	6000	Em ruas, avenidas, entradas de prédios e locais com trânsito de veículos
	5000	Em local com trânsito de pedestres somente
	9000	Em ferrovias
	7000	Em rodovias
J	800	Altura mínima de uma parte viva na área de circulação proibida
K	2200	Altura mínima de um anteparo horizontal
L	2000	Altura mínima da proteção externa
C	2000	Circulação

Dimensões máximas - mm

E	600	Distância máxima entre a parte inferior de um anteparo e o piso
M	1200	Altura dos punhos de acionamento manual
Malha	20	Abertura das malhas de anteparos

3.3.1.2 Proteção supletiva

Trata-se de um meio destinado a proteger contra choques elétricos quando massas ou partes condutoras acessíveis se tornam acidentalmente vivas.

A proteção supletiva pode ser exemplificada por:

- Equipotencialização,
- Isolação suplementar,
- Separação elétrica e
- Seccionamento automático da alimentação, que é feito pelo uso de disjuntor, fusíveis ou dispositivo DR, consistindo na proteção quando as massas ou partes condutoras acessíveis se tornam acidentalmente vivas.

3.3.1.2.1 Equipotencialização

É um conjunto de medidas para a interligação de elementos especificados, que serve para minimizar as diferenças de potencial entre componentes de instalações elétricas (distribuição, industrial e residencial) e de sinal (telecomunicações e rede de dados), protegendo contra choques elétricos, sobretensões e perturbações eletromagnéticas.

A equipotencialização possibilita, assim, a prevenção de acidentes com pessoas, equipamentos e instalações.

A imagem ilustra as partes metálicas da instalação (grade, pilar, estrutura etc.) interligadas por um cabo de cobre nu. Pode-se resumir a equipotencialização na interligação

a um ponto em comum de todas as partes de uma edificação não destinadas à condução elétrica, mas que por algum motivo (defeito), possam se tornar condutoras, minimizando assim a diferença de potencial (DDP) entre elas. Quanto menor a DDP, menor será a corrente (I), consequentemente, menor o risco de choque.

- a) Condições de equipotencialização:** para garantir condições adequadas de equipotencialização, os pontos abaixo devem ser convenientemente interligados, formando um único aterramento:
- O condutor neutro e o de proteção na origem da instalação;
 - O sistema de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA;
 - Antenas de TV;
 - Todas as massas metálicas de uma edificação: armaduras de concreto, ferragens estru-

turais, grades, guarda-corpos, corrimões, portões, bases de antenas e carcaças metálicas dos equipamentos elétricos;

- Todas as tubulações metálicas da edificação: rede de hidrantes e eletrodutos, água, gás, esgoto, ar condicionado, ar comprimido e vapor, além de blindagens, armações, coberturas e capas metálicas de cabos das linhas de energia e sinal, condutores de proteção principal, aterramentos e neutro;
- Os quadros e armários: quadro de distribuição principal de energia, Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), do Distribuidor Geral de telefonia (DG) e da rede de comunicação de dados.



Uma etiqueta ou placa de difícil remoção, com a advertência “Conexão de segurança – Não remova”, deve ser fixada nos pontos de conexão dos condutores de equipotencialização.

O Barramento de Equipotencialização Principal (BEP) deve ser identificado com a mesma informação de advertência.

O BEP da edificação pode ser utilizado para fins de aterramento funcional, sendo prolongado por meio de um condutor de baixa impedância. No caso de edificações com uso extensivo de Equipamentos de Tecnologia da Informação (ETI), esse eletrodo de aterramento deve constituir preferencialmente um anel fechado, contornando o perímetro da edificação.

Todos os Equipamentos de Tecnologia da Informação – ETI devem ser protegidos por Dispositivos de Proteção contra Surtos – DPS: varistores, centelhadores, diodos especiais, Taz, Tranzooby, ou uma associação deles.

Conforme previsto na NBR 5410, os DPS, além de atenderem às prescrições da norma internacional NBR IEC 61643-1, devem ser selecionados considerando as seguintes características:

- Nível de proteção,
- Máxima tensão de operação contínua,
- Suportabilidade a sobretensões temporárias,
- Corrente nominal de descarga e/ou corrente de impulso e
- Suportabilidade à corrente de curto circuito.



Todos os terminais terra dos DPS devem ser interligados ao Barramento de Equipotencialização Principal – BEP.

O Barramento de Equipotencialização Principal (BEP) deve ser identificado com a mesma informação de advertência.

O BEP da edificação pode ser utilizado para fins de aterramento funcional, sendo prolongado por meio de um condutor de baixa impedância. No caso de edificações com uso extensivo de Equipamentos de Tecnologia da Informação (ETI), esse eletrodo de aterramento deve constituir preferencialmente um anel fechado, contornando o perímetro da edificação.

Todos os Equipamentos de Tecnologia da Informação – ETI devem ser protegidos por Dispositivos de Proteção contra Surtos – DPS: varistores, centelhadores, diodos especiais, Taz, Tranzooby, ou uma associação deles.

Conforme previsto na NBR 5410, os DPS, além de atenderem às prescrições da norma internacional NBR IEC 61643-1, devem ser selecionados considerando as seguintes características:

- Nível de proteção,
- Máxima tensão de operação contínua,
- Suportabilidade a sobretensões temporárias,
- Corrente nominal de descarga e/ou corrente de impulso e
- Suportabilidade à corrente de curto circuito.

b) Equipamentos de Tecnologia da Informação (ETI): conforme a norma IEC (*International Electrotechnical Commission*), são designados como ETI todos os tipos de equipamentos elétricos e eletrônicos de escritório e de telecomunicações:

- Equipamentos de telecomunicações e de transmissão de dados;
- Equipamentos de processamento de dados ou instalações que usam transmissão de sinais com retorno à terra, interna ou externamente ligados a uma edificação;
- Fontes de corrente contínua que alimentam equipamentos de tecnologia da informação no interior de uma edificação;
- Equipamentos e instalações de CPCT (Central Privada de Comutação Telefônica - PABx);
- Redes locais;
- Sistemas de alarme contra incêndio e contra roubo;
- Sistemas de automação predial; e
- Sistemas CAM (Computer Aided Manufacturing) e outros que utilizam computadores.

c) Interligações no Barramento de Equipotencialização Principal (BEP): o BEP funciona como via de interligação de todos os equipamentos que devem ser equipotencializados. Este barramento pode ser uma barra, uma chapa ou um cabo.

Para que a interligação de equipotencialização ocorra de maneira correta e eficaz em instalações de energia de edificações, o BEP deve ser localizado junto ou próximo ao ponto de entrada da alimentação elétrica, podendo ser nu ou isolado, mas acessível em toda a sua

extensão. Barramentos e condutores nus de equipotencialização devem ser isolados nos suportes e na travessia de paredes, para evitar corrosão.

O BEP deve assegurar um bom contato elétrico, preservando suas características de resistência mecânica e de baixa impedância elétrica. As dimensões mínimas que garantem estas condições são: 50 mm de largura, 6 mm de espessura e 500 mm de comprimento.

FIQUE ALERTA

Impedância elétrica: Oposição aparente em um circuito elétrico à circulação da corrente alternada. Sua unidade de medida é o ohm (Ω).



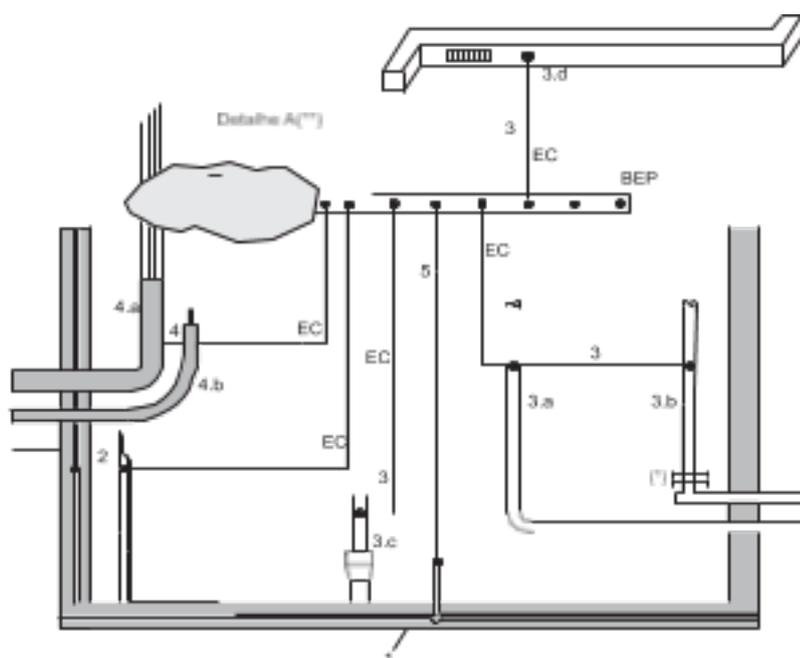
Todos os aterramentos, inclusive os condutores de proteção e as ferragens da edificação, devem ser conectados ao BEP pelo caminho mais curto possível.

Cada edificação deve ter um Barramento de Equipotencialização Principal. Construções situadas a menos de 10 m da edificação principal podem ser vinculadas ao mesmo BEP, desde que a origem da alimentação elétrica seja a edificação principal e o sistema de aterramento seja interligado. Caso contrário, todas as dependências separadas da edificação principal devem também ser providas individualmente de uma equipotencialização principal.

Se as edificações estiverem localizadas a mais de 10 m da edificação principal, outros BEPs individuais deverão ser instalados em cada uma das construções para proteger de choques elétricos, sobretensões, descargas atmosféricas e perturbações eletromagnéticas.

No caso de proteção contra perturbações eletromagnéticas, quando as diversas entradas de linhas externas não estiverem localizadas num mesmo ponto, é permitido fazer a conexão de elementos da instalação de forma direta no aterramento. Outros elementos podem ser conectados diretamente ao Barramento de Equipotencialização Local – BEL – e este ao BEP que, por sua vez, deve ser ligado ao aterramento da edificação via condutor de aterramento principal, conforme determina a NBR 5410.

Exemplo de situações equipotencializadas:



Legenda:

BEP = Barramento de equipotencialização

EC = Condutores de equipotencialização

1 = Eletrodo de aterramento (embutido nas fundações)

2 = Armaduras de concreto armado e outras estruturas metálicas da edificação

3 = Tubulações metálicas de utilidades, bem como os elementos estruturais metálicos a elas associados.

Por exemplo:

3.a = água; 3.b = gás; 3.c = esgoto; 3.d = ar-condicionado

(*) = luva isolante (ver nota 2 de 6.4.2.1.1 da NBR-5410)

4 = Condutos metálicos, blindagens, armações, coberturas e capas metálicas de cabos a elas associados

4.a = Linha elétrica de energia

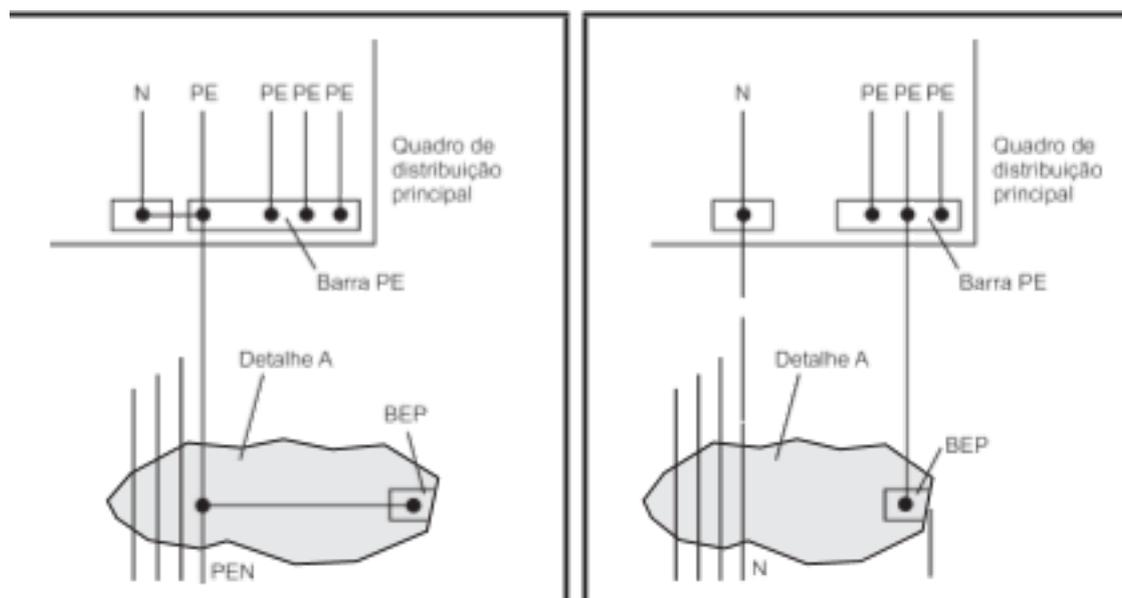
4.b = Linha elétrica de sinal

5 = Condutores de aterramento principal

(**) = Ver figura G2 da NBR-5410

Fonte: figura G1 do anexo G da NBR-5410:2008.

Compatibilidade com esquema de aterramento:

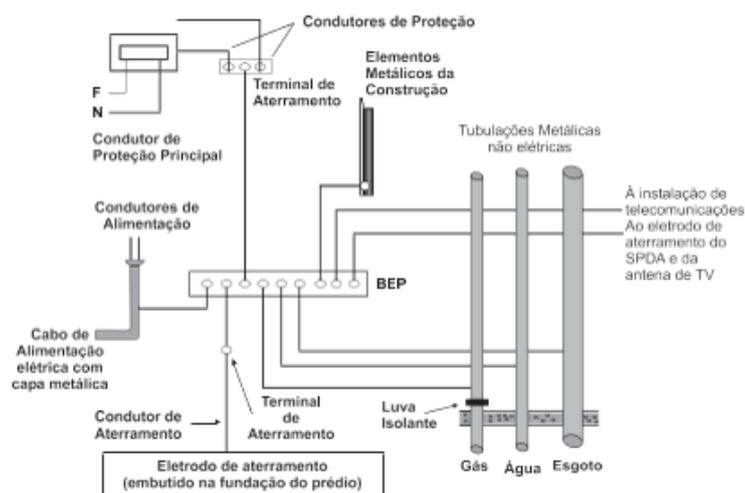


A figura é essencialmente ilustrativa. Se o quadro de distribuição principal se situar junto ou bem próximo do ponto de entrada da linha na edificação, sua barra PE, caso não haja outras restrições, poderia acumular a função de BEP. O detalhe relativo ao esquema TN-C-S ilustra situação conforme o item 5.4.3.6 da NBR-5410.

d) Interligações de equipotencialização: com relação a essas interligações, a Norma sinaliza que todos os circuitos elétricos de energia e de sinal, as carcaças de equipamentos, tubulações de água, gás, esgoto, ar condicionado, armaduras de concreto armado e outras estruturas metálicas de instalações sejam aterrados por meio de condutores de equipotencialização conectados ao Barramento de Equipotencialização Principal – BEP. O eletrodo de aterramento principal, por sua vez, deve também ser conectado ao BEP.

A continuidade dos fios e cabos e a conexão mecânica e elétrica nessas interligações são da maior importância, conforme definido nas Condições de Equipotencialização.

Ligação equipotencial



e) Problemas por falta de equipotencialização: a falta de equipotencialização em aterramentos de uma mesma instalação ocorre no caso de descontinuidade ou rompimento de um condutor de equipotencialização, que pode gerar uma diferença de potencial das partes metálicas do equipamento em relação ao aterramento ou em relação a outros equipamentos da instalação.

Os principais problemas decorrentes da falta de equipotencialização são:

- Risco de choque elétrico;
- Possibilidade de danos em equipamentos de tecnologia da informação e similares, que necessitem de interligações para intercâmbio de dados; e
- Danos em equipamentos eletrônicos suscetíveis a interferências e perturbações eletromagnéticas.

3.3.1.2.2 Isolação suplementar

Trata-se de uma isolação independente e adicional à isolação básica com a finalidade de garantir proteção contra choque elétrico em caso de falha da isolação básica. Isto significa assegurar proteção supletiva.

a) Proteção por separação elétrica: prevista na NBR 5410, consiste na alimentação do circuito através de uma fonte de separação, que pode ser um transformador de separação – transformador (TR) com isolação dupla ou reforçada entre o primário e o secundário – ou uma fonte de corrente que garanta um grau de segurança equivalente à do transformador de separação. É exemplo o grupo motor-gerador com enrolamentos que forneçam uma separação equivalente.

Circuitos eletricamente separados podem alimentar um ou vários equipamentos. No entanto, a situação ideal é aquela em que se tem um único equipamento conectado ao circuito

b) Seccionamento automático da alimentação: este princípio estabelece que um dispositivo de proteção deve seccionar (cortar, desligar) automaticamente a alimentação do circuito ou equipamento por ele protegido sempre que uma falta (entre parte viva e massa ou entre parte viva e condutor de proteção) no circuito ou equipamento originar uma tensão de contato superior ao valor da tensão de contato limite.

O seccionamento automático da alimentação deve ocorrer tanto para contatos diretos como para indiretos. Um exemplo bem simples de seccionamento automático é a atuação dos disjuntores utilizados em instalações residenciais, que desligam o circuito quando ocorre um defeito na instalação sem que alguém o faça manualmente.

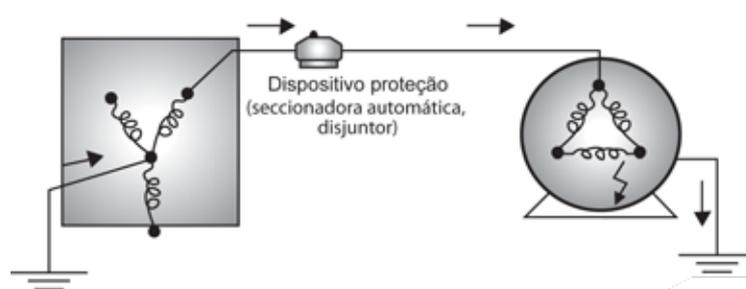
O sistema de proteção contra choques elétricos deve prever o seccionamento automático da alimentação por meio de um dispositivo de proteção. As massas devem ser ligadas a condutores de proteção, compondo uma rede de aterramento. Dessa forma, faltas entre parte viva e massa não poderão gerar tensões ou correntes perigosas.

No caso de choque elétrico por contatos indiretos, sempre que uma falta gerar uma tensão de contato perigosa (≥ 50 V) entre massa e terra deverá ocorrer o desligamento automático da alimentação.

Conforme estabelece a NBR 5410:

- Os valores de tensão de segurança para ambientes úmidos devem ser de 25 Volts em corrente alternada (CA) ou 60 Volts em corrente contínua (CC).
- Em ambientes imersos, estes valores devem ser limitados a 12 Volts em CA ou 30 Volts em CC.

O tipo de dispositivo utilizado para o seccionamento automático da alimentação varia em função dos esquemas de aterramento e das influências externas.



- a) Dispositivos de proteção utilizados no seccionamento automático:** No seccionamento automático, os dispositivos de proteção são selecionados considerando-se: (1) sua utilização nos sistemas de aterramento e (2) os tempos máximos de seccionamento requeridos.

Podem ser utilizados dispositivos de sobrecorrente (disjuntores, fusíveis) ou dispositivos de corrente diferencial (dispositivos DR).

Tabela 08 - Esquemas de aterramento x Dispositivos de proteção

Esquema de aterramento	Dispositivo de proteção
TN-C	Sobrecorrente
TN-S	Sobrecorrente
IT - massas aterradas individualmente ou em grupos	
todas as massas interligadas	Sobrecorrente

Veja o quadro a seguir para uma explicação mais detalhada sobre os Esquemas TN-S e IT

Quadro 3 - Esquemas TN-S e IT

Esquema TN-S	Esquema IT
<p>O esquema TN-S, o dispositivo DR pode ser utilizado na proteção contra choques elétricos por seccionamento automático da alimentação desde que tenha capacidade de ruptura adequada à corrente de curto-circuito no local.</p>	<p>Neste esquema, o seccionamento de uma primeira falta é indesejado quando há massas ou grupos de massas com aterramentos independentes. A função seccionamento automático visando à proteção contra choques elétricos deve ser provida por dispositivo DR [Dispositivo Residual].</p>

Nos dois casos (TN-S e IT), para garantir que o circuito continue energizado, a corrente diferencial residual do dispositivo deve ser igual ou superior à corrente da primeira falta (defeito). Na prática, para que o dispositivo não atue, considera-se sua corrente como sendo o dobro da corrente de falta calculada para o local.

- **Tempos máximos de seccionamento:** em cada esquema de aterramento – TN e IT – é estabelecido o tempo máximo admissível para a atuação dos dispositivos. Independentemente dos esquemas, são admitidos tempos-limite de 5 s para circuitos de distribuição, e caso não se possa adotar tempo máximo de seccionamento de 5 s, deve-se realizar uma equipotencialização suplementar.

No esquema TT deve ser considerado o valor da tensão de contato limite, resultante do produto da circulação da corrente de não-atuação do dispositivo DR multiplicada pela resistência do percurso da falta.

Esquema TN: as características do dispositivo de proteção e a impedância do circuito devem garantir que, na ocorrência de uma falta desprezível em qualquer ponto entre um condutor de fase e o condutor de proteção ou a massa, o seccionamento automático se efetue sem ultrapassar os tempos máximos definidos.

Tabela 09 - Tempos de seccionamento máximos no esquema TN

UO V	Tempo de seccionamento (s)	
	Situação 1 (áreas internas)	Situação 2 (áreas externas)
115, 120, 127	0,8	0,35
220	0,4	0,20
254	0,4	0,20
277	0,4	0,20

Esquema TT: no seccionamento automático deste esquema, que visa à proteção contra choques elétricos, devem ser usados dispositivos a corrente diferencial-residual – DR.

Esquema IT: no caso de uma única falta à massa ou à terra no esquema IT, a corrente de falta é de pequena intensidade e provavelmente não ocorrerá o seccionamento automático da alimentação. Deve-se utilizar Dispositivo Supervisor de Isolamento (DSI) através de sinal sonoro ou visual, que deve perdurar enquanto a primeira falta existir. Na ocorrência de uma segunda falta, o dispositivo dependerá do tipo de esquema de aterramento utilizado. Veja-se:

- Quando as massas ou grupos estiverem vinculados a eletrodos de aterramento distintos, utiliza-se o dispositivo de proteção a corrente diferencial-residual – DR (como no esquema TT).
- Quando todas as massas estiverem vinculadas ao mesmo eletrodo de aterramento por meio de condutor de proteção, utilizam-se dispositivos de proteção a sobrecorrente – disjuntor ou fusíveis (como no esquema TN).

Para garantir a proteção contra choques, o dispositivo de proteção a sobrecorrente deverá atuar nos tempos máximos definidos na tabela a seguir:

Tabela 10 - Tempos de seccionamento máximos no esquema TN

Tensão nominal do circuito		Tempo de seccionamento (s)			
		Neutro não distribuído		Neutro distribuído	
		Situação 1	Situação 2	Situação 1	Situação 2
UV	UOV				
208, 220, 230	115, 120, 127	0,8	0,4	5	1
380, 400	220, 230	0,4	0,2	0,08	0,5
440, 480	254, 277	0,4	0,2	0,08	0,5
690	400	0,2	0,06	0,4	0,2

Notas:

U = tensão nominal entre fases, valor eficaz em corrente alternada.

U0 = tensão nominal entre fase e neutro, valor eficaz em corrente alternada.

Para valores intermediários de tensão, deve ser adotado o valor imediatamente superior.

3.4 INFLUÊNCIAS EXTERNAS

A NBR-5410 estabelece uma classificação e uma codificação das influências externas que devem ser consideradas na concepção e execução das instalações elétricas.

Cada condição de influência externa é designada por um código que compreende sempre um grupo de duas letras maiúsculas e um número: a primeira letra indica a categoria geral da influência externa, a segunda letra indica sua natureza, e o número indica a classe.

3.4.1 Categorias gerais de influências externas

Em relação ao Meio ambiente, por exemplo, devem ser consideradas influências exercidas pela temperatura, altitude, presença de água, presença de corpos sólidos, presença de substâncias corrosivas ou poluentes e presença de flora e fauna. Outras influências externas a serem consideradas são as solicitações mecânicas, as influências eletrostáticas ou ionizantes, as influências eletromagnéticas, a radiação solar, as descargas atmosféricas e o vento.

Na categoria Utilização, a norma classifica aspectos importantes como a competência das pessoas, a resistência elétrica do corpo humano, o contato das pessoas com o potencial de terra, as condições de fuga das pessoas em situações de emergência e a natureza dos materiais processados ou armazenados, vinculando a seleção de componentes e a adequação de medidas de proteção às categorias relacionadas.

Na categoria C, referente à construção de edificações, são classificadas as influências dos materiais de construção, das estruturas das edificações, de compatibilidade de componentes e da manutenção da instalação.

3.4.2 Codificação da NBR 5410 na categoria Utilização

Tabela 11 - Classificação quanto à competência

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
BA1	Pessoas comuns	Pessoas inadvertidas	—
BA2	Crianças	Crianças em locais a elas destinados	Creches, escolas.
BA3	Incapacitadas	Pessoas que não dispõem de completa capacidade física ou intelectual (idosos, doentes).	Casa de repouso, unidades de saúde.
BA4	Advertidas	Pessoas suficientemente informadas ou supervisionadas por pessoas qualificadas, de tal forma que lhes permite evitar os perigos da eletricidade (pessoal de manutenção e/ou operação)	Locais de serviço elétrico
BA5	Qualificadas	Pessoas com conhecimento técnico ou experiência tal que lhes permite evitar os perigos da eletricidade (engenheiros e técnicos)	Locais de serviço elétrico fechados.

Tabela 12 - Classificação da resistência elétrica do corpo humano

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
BA1	Alta	Condições secas	Circunstâncias nas quais a pele está seca (nenhuma umidade, inclusive suor).
BA2	Normal	Condições úmidas	Passagem da corrente elétrica de uma mão à outra ou de uma mão à um pé, com a pele úmida de suor, sendo a superfície de contato significativa.
BA3	Baixa	Condições molhadas.	Passagem da corrente elétrica entre as duas mãos e os dois pés, estando as pessoas com os pés molhados ao ponto de se poder desprezar a resistência da pele e dos pés.
BA4	Muito baixa	Condições imersas	Pessoas imersas na água, por exemplo em banheiras e piscinas.

3.5 PROTEÇÃO ADICIONAL

Meio destinado a garantir a proteção contra choques elétricos em situações de:

- Maior risco de perda ou anulação das medidas normalmente aplicáveis,
- Dificuldades no atendimento pleno das condições de segurança associadas a uma determinada medida de proteção ou, ainda,
- Os perigos de choque elétrico serem potencialmente graves.

São exemplos de proteção adicional, contra choques elétricos:

- A realização de equipotencialização suplementar quando a proteção por equipotencialização normal e o seccionamento automático da alimentação não puderem ser satisfeitas integralmente.
- O uso de proteção diferencial residual de alta sensibilidade.

Há ainda o emprego de tensão de segurança, que consiste na utilização de extra baixa tensão, como foi visto no item 3.9 desta Unidade de Estudo.

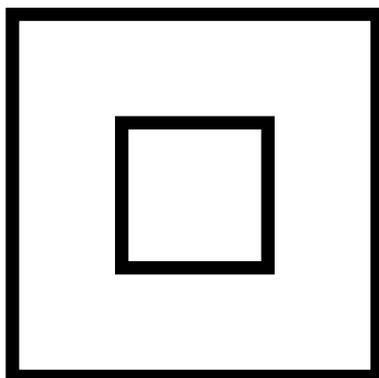
3.6 EQUIPAMENTOS COM ISOLAÇÃO DUPLA OU REFORÇADA

Isolação dupla ou reforçada é uma medida de proteção que, assim como a separação elétrica individual, atende os dois tipos de proteção exigidos pela NBR 5410, a básica e a supletiva. Neste caso, a proteção básica é provida por uma isolação básica, e a proteção supletiva por uma isolação suplementar. Ambas as proteções podem ser providas simultaneamente por uma única isolação, chamada de reforçada, entre partes vivas e partes acessíveis que deve prover no mínimo isolação equivalente à isolação dupla.

No uso desse tipo de isolação como medida de proteção distinguem-se duas possibilidades: componentes já providos de origem com isolação dupla ou reforçada ou componentes aos quais é provida isolação dupla ou reforçada durante a execução da instalação.

3.6.1 Isolação dupla reforçada na origem

Os componentes devem ter sido submetidos aos ensaios de tipo, marcados conforme as normas aplicáveis: os componentes com isolação dupla ou reforçada Classe II e os conjuntos de isolação total – conforme a NBR IEC 60439-1.



Representação da isolação dupla ou reforçada: dupla isolação no equipamento - simbologia normalizada internacionalmente

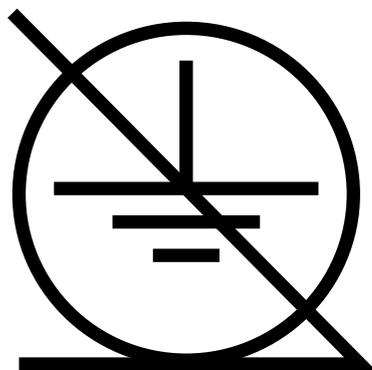
VEJA
+

NBR IEC 60439-1: Conjuntos de Manobra e Controle de Baixa Tensão – Parte 1: Conjuntos com Ensaio de Tipo Totalmente Testados (TTA) e Conjuntos com Ensaio de Tipo Parcialmente Testados (PTTA).

3.6.2 Isolação dupla reforçada na instalação

Deve ser provida, na forma de invólucros isolantes, uma isolação suplementar no caso de componentes dotados de isolação básica ou uma isolação dupla e reforçada no caso de componentes sem qualquer isolação.

O uso de isolação reforçada somente é admitido no caso de componentes sem qualquer isolação, se as condições não permitirem o uso de isolação dupla.



Representação da isolação dupla ou reforçada: dupla isolação na instalação - simbologia normalizada internacionalmente.

3.7 ESQUEMAS DE ATERRAMENTO

Os esquemas de aterramento devem satisfazer os requisitos referentes às prescrições de segurança das pessoas e da funcionalidade da instalação (NBR-5410, NBR-14039). Ao mesmo tempo, o valor da resistência de aterramento deve satisfazer as condições de proteção e de funcionamento da instalação elétrica.

Qualquer que seja sua finalidade – proteção ou funcional –, o aterramento deve ser único em cada local da instalação. Isto significa que seus diversos segmentos deverão estar conectados na malha num mesmo ponto em comum.

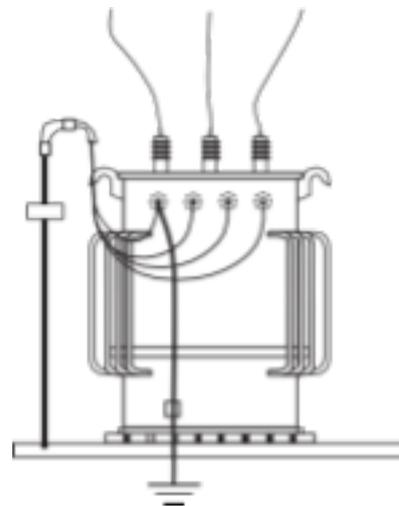
Existem prescrições técnicas para casos específicos em que o aterramento precisa ser feito separadamente do aterramento funcional. É o caso de alguns equipamentos hospitalares, de determinados equipamentos de eletroerosão e de equipamentos de tecnologia da informação – ETI.

3.7.1 Tipos de aterramento

O objetivo do aterramento é manter o sistema elétrico equalizado, desviando qualquer tipo de sobrecarga, evitando choques nos operadores e danos ao sistema. Existem diferentes formas de aterramento, os tipos que iremos estudar são os funcionais e de proteção.

Aterramento funcional

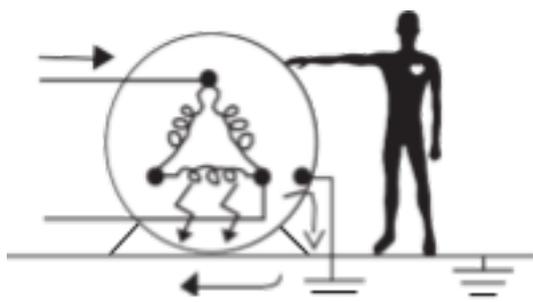
Este aterramento consiste na ligação do neutro à terra visando ao funcionamento correto, seguro e confiável da instalação. O aterramento funcional busca prover um caminho elétrico para a atuação das proteções e também para a circulação das correntes de falta e desequilíbrio. Ele também reduz as sobretensões provocadas por curtos-circuitos e descargas atmosféricas, além de melhorar o desempenho das proteções quanto aos curtos e fase-terra e equalizar as tensões do sistema, realizando o nivelamento de tensões.



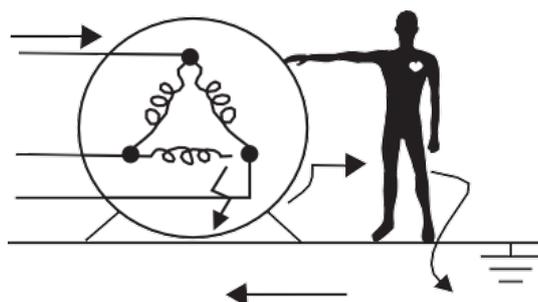
Aterramento de Proteção (PE)

O aterramento de proteção tem por objetivo desviar para a terra as correntes elétricas capazes de provocar choque elétrico, tais como as correntes de curto-circuito, de desequilíbrio, de falha de isolamento e eletricidade estática.

A finalidade prioritária de um aterramento de proteção é a segurança dos usuários, ficando em segundo plano a proteção dos equipamentos, salvo critério técnico. O aterramento de proteção ideal é aquele que, corretamente instalado conforme as normas vigentes, supre essas duas finalidades. Consiste no aterramento das massas dos equipamentos (transformadores, painéis, máquinas, eletrodomésticos, etc) e instalações (ferragem estrutural, torres, calhas, etc).



Com aterramento a corrente praticamente não circula pelo corpo



Sem aterramento o único caminho é o corpo

Para desempenhar a função de condutores PE podem ser utilizadas veias de cabos multipolares, armações, coberturas metálicas ou blindagens de cabos, condutores isolados em conduto comum com os condutores vivos e cabos isolados em geral, sempre com seção mínima, conforme tabela a seguir.

Quadro 4 - Seção de condutores

Seção dos condutores-fase da instalação S (mm ²)	Seção mínima do condutor de proteção correspondente SPE (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Em equipamentos com condutor de proteção (condutor PE) ou fio terra, o PE do equipamento deve estar conectado ao PE da instalação, para garantir que, na ocorrência de falha na isolação do equipamento, um dispositivo de proteção atue para o desligamento do circuito.

Aterramento por razões combinadas de proteção e funcional (PEN)

Este aterramento alia as características funcionais e as características de proteção, ligando o neutro e o fio-terra de cada equipamento ao terra da instalação, ou seja, ligação das massas de cada equipamento ao condutor da proteção da instalação.

Para a otimização da segurança, o aterramento por razões combinadas de proteção e funcional nunca será utilizado em áreas classificadas, onde, segundo a norma NBR IEC 60079-0/2009, não pode existir qualquer fonte de ignição.

A norma NR-10 menciona os tipos (esquemas) de aterramento, mas não define qual ou em que circunstâncias cada um deverá ser utilizado. Para ter esta definição, é necessário que um profissional habilitado e autorizado faça todos os levantamentos e cálculos técnicos para, então, escolher a melhor opção.

VEJA
+

As informações técnicas para dimensionamento, montagem e construção estão dispostas na NBR-5410 e NBR-14039.

3.7.2 Esquemas de aterramento: TN / TT / IT

Os esquemas de aterramento são identificados por um código de letras padronizado, sendo que a primeira e a segunda letra são utilizadas tanto em baixa tensão, conforme a NBR-5410, como também em média tensão, conforme a NBR-14039.

Códigos de identificação de esquemas de aterramento

1ª letra: define a situação da alimentação em relação à terra

T = um ponto de alimentação – geralmente o neutro, diretamente aterrado.

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

2ª letra: define a situação das massas da instalação elétrica em relação à terra

T = massas diretamente aterradas, independente do aterramento eventual de ponto de alimentação.

N = massas ligadas diretamente ao ponto de alimentação aterrado. Em corrente alternada, o ponto aterrado é normalmente o neutro.

3ª letra: eventual em **baixa tensão**, da NBR-5410, define a disposição do condutor neutro e do condutor de proteção.

S = Funções de neutro e proteção asseguradas por condutores distintos.

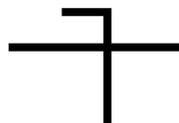
C = Funções neutro e proteção asseguradas por um único condutor.

VEJA
+

Para saber mais sobre esquemas de aterramento em Média Tensão consulte a NBR 14039 – Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 a 36,2 kV

Antes de passar ao estudo dos esquemas de aterramento, vejamos a simbologia adotada para a identificação do condutor neutro e dos condutores de proteção, pois isso é importante para que você compreenda os esquemas de aterramento vistos a seguir.

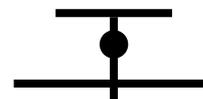
Neutro:



Proteção (PE):



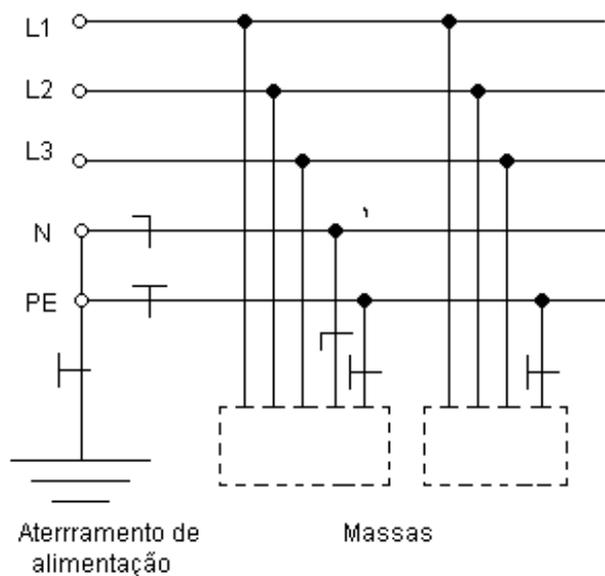
Condutor PEN:



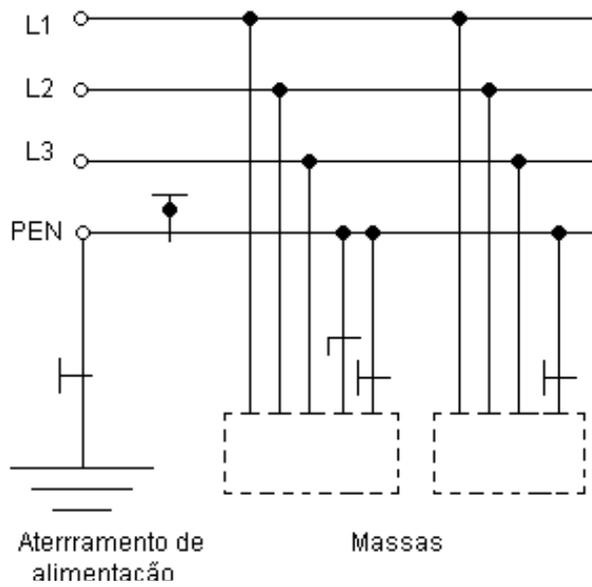
Esquemas TN em baixa tensão

Os esquemas TN possuem um ponto de alimentação diretamente aterrado e as massas são ligadas a ele através de condutores de proteção. Os três tipos de esquemas TN (TN-S, TN-C e TN-C-S) são classificados de acordo com a disposição do condutor neutro e do condutor de proteção.

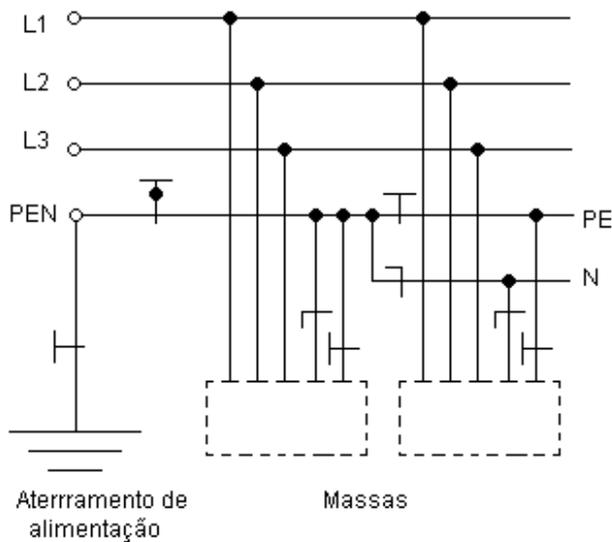
Esquema TN-S – O condutor neutro e o condutor de proteção são distintos, separados ao longo de toda a instalação. Observe-se no esquema que os condutores “N” (neutro) e “PE” (terra) se encontram visivelmente separados, cada um com uma função.



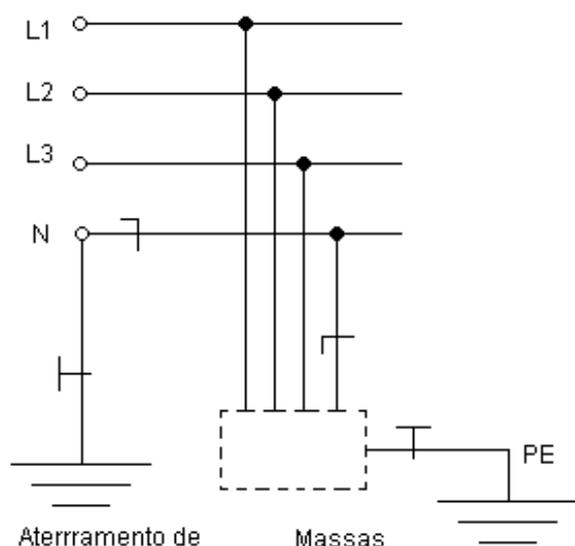
Esquema TN-C – Neste esquema, as funções de neutro e de condutor de proteção são combinadas em um único condutor ao longo de toda a instalação. Pode-se observar que, além das três fases (L1, L2, L3), há somente um condutor “PEN” em toda a instalação, fazendo dupla função, a de neutro e terra ao mesmo tempo.



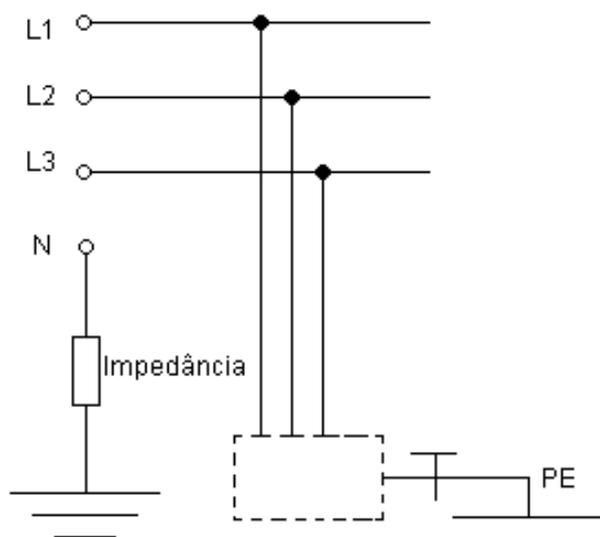
Esquema TN-C-S – As funções de neutro e de proteção são combinadas num único condutor em uma parte da instalação. Neste esquema, pode-se ver um único condutor “PEN” fazendo dupla função, a de neutro e terra, até uma parte da instalação; depois ele é desmembrado em dois condutores separados, sendo um neutro e outro terra.



Esquema TT – Possui um ponto de alimentação diretamente aterrado e as massas da instalação são ligadas a eletrodos de aterramento eletricamente distintos do eletrodo de aterramento da instalação. Vendo a figura, identifica-se um ponto de aterramento para o condutor neutro (N) e outro (PE) independente para as massas.



Esquema IT – Nesse esquema as massas da instalação são aterradas sem qualquer ponto da alimentação diretamente aterrado. Para esta situação aparece nitidamente uma impedância no condutor neutro.



3.7.3 Resistência de aterramento

Para especificar e planejar a forma de aterramento é importante considerar as condições ambientais (clima chuvoso ou seco), o tipo de solo, o tipo de condutor e a resistência de contato.

A resistência de aterramento é verificada através da relação entre a medida de corrente e a queda de tensão provocada por ela; uma resistência ôhmica de aterramento de baixo valor adequada às exigências da instalação é fundamental para garantir a segurança.

Cabe salientar que de acordo com a Norma NBR-5419 (SPDA), o valor máximo de resistência para um aterramento não pode ser superior a 10 Ω , em qualquer época do ano.



A quantidade e o tipo de eletrodos utilizados são determinados a partir de um cálculo de resistência de aterramento que considera a resistividade do solo. Caso ela se apresente acima do valor desejado, resultando em altos custos para a instalação do sistema de aterramento, é recomendada a correção do solo através de um tratamento químico.

3.7.4 Eletrodos de aterramento

Os eletrodos de aterramento podem ser:

Profundos: estruturas de grande comprimento cravadas no solo, tubos de ferro galvanizado, em geral de 3/4", ou hastes de aço revestidas com uma película de cobre eletroliticamente depositada – processo cooperweld (preferencialmente de 3/4" x 2,40 m).

Superficiais: malhas de condutores ou chapas enterradas a uma profundidade média de 0,50m, preferencialmente em disposição radial e com centro comum ao ponto de aterramento, evitando-se a conexão no perímetro da malha.

Conforme consta na norma NBR 5410, os materiais dos eletrodos de aterramento e suas dimensões devem ser selecionados de forma que os mesmos não sofram corrosão e apresentem resistência mecânica adequada.

3.8 DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO À CORRENTE DIFERENCIAL RESIDUAL - DR

Independentemente do sistema de aterramento TN, TT ou IT, o uso de proteção DR de alta sensibilidade (com corrente diferencial-residual nominal – I_n 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; e
- 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.

3.8.1 Princípios de funcionamento do dispositivo DR

Este dispositivo mede permanentemente a soma vetorial das correntes que percorrem os condutores. Enquanto o circuito se mantiver eletricamente equilibrado, a soma vetorial das correntes em seus condutores é nula. Ocorrendo a falha de isolamento em um equipamento alimentado por esse circuito, irromperá uma corrente de falta à terra; ou seja, haverá uma corrente residual para a terra. Devido à fuga 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.

Em situação análoga, se alguém tocar uma parte viva do circuito protegido, a porção de corrente que circulará pelo corpo da pessoa provocará igualmente um desequilíbrio na soma vetorial das correntes. A diferença é, então, detectada pelo dispositivo diferencial, tal como se fosse uma corrente de falta à terra.

Quando essa diferença atingir um determinado valor, definido pela sensibilidade do DR e durar 200 ms (mili segundos), será ativado um relé que provocará a abertura dos contatos principais do próprio dispositivo ou do dispositivo associado (contator ou disjuntor).

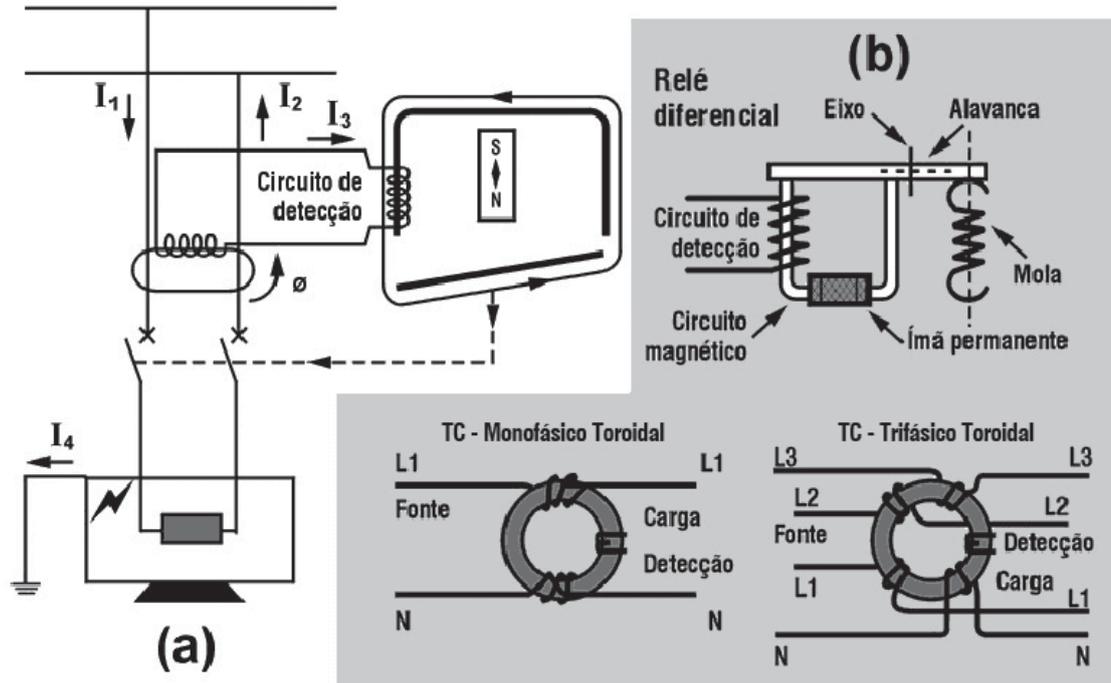


Soma vetorial das correntes: O sistema de geração trifásica de energia resulta em uma defasagem senoidal de 120° entre cada uma das três fases. A soma vetorial de corrente em circuitos trifásicos pode ser entendida a partir da Lei de Kirchoff, onde a soma das correntes que chegam a um nó é igual à soma das correntes que saem dele. Quando ocorre um defeito qualquer que provoque fuga de corrente para a terra, e se esta corrente for maior do que o limite de sensibilidade definido para o equipamento, o Dispositivo Diferencial Residual atuará, desligando o circuito.

3.8.2 Composição do dispositivo DR

O dispositivo DR é constituído de transformador de corrente (TC) de detecção toroidal sobre o qual são enrolados, de forma idêntica, os condutores do circuito onde se acomoda também o enrolamento de detecção, responsável pela medição das diferenças entre correntes dos diferentes condutores, além de um elemento de “processamento” do sinal que comanda o disparo do DR, geralmente designado relé diferencial ou relé reversível.

Todos os DRs apresentam um botão para teste que simula uma fuga de corrente, e um botão de reset para rearmar o dispositivo depois que o defeito no circuito elétrico estiver solucionado.



3.8.3 Uso do dispositivo DR

Pode-se dizer que não há razões para preocupação quanto ao atendimento da regra do seccionamento automático quando se utilizam dispositivos DR, a não ser que a proteção diferencial-residual usada seja de baixíssima sensibilidade.

Os dispositivos DR podem ser com ou sem fonte auxiliar, que pode ser a própria rede de alimentação. Nos dispositivos DR com fonte auxiliar apenas é admissível falha quando a proteção contra contatos indiretos for assegurada por outros meios, ou quando os dispositivos forem conectados a instalações operadas, testadas e mantidas por pessoas advertidas ou qualificadas.

3.8.4 Uso do dispositivo DR conforme o esquema de aterramento

Apresentam-se os tipos de dispositivos DR empregados nos diversos esquemas de aterramento.

Esquema TN

Podem ser usados os seguintes dispositivos de proteção contra contatos indiretos:

- Dispositivos de proteção a sobrecorrente e
- Dispositivos de proteção a corrente diferencial-residual (dispositivo DR).

No caso da utilização de dispositivos DR, as massas estão interligadas através de condutor de proteção ao eletrodo de aterramento do condutor neutro, na origem da alimentação – esquema TN-S.

Esquema TN-C

Não é possível utilizar dispositivo diferencial residual no esquema TN-C, conforme definido pela norma NBR 5410, exceto nos casos previstos em seus itens:

9.1 - Locais contendo banheiro ou chuveiro e

9.2 - Piscinas.

Esquema TT

A proteção contra contatos indiretos por seccionamento automático da alimentação deve ser assegurada por um dispositivo diferencial-residual – DR.

Esquema IT

Os seguintes dispositivos de proteção podem ser utilizados nas proteções contra contatos indiretos:

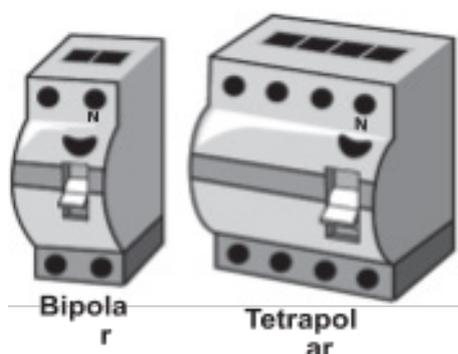
- Dispositivos de proteção à sobrecorrente e
- Dispositivos de proteção à corrente diferencial-residual – DR.

Deve ser previsto um Dispositivo Supervisor de Isolamento (DSI) para indicar a ocorrência de uma primeira falta à massa ou à terra. O DSI deve acionar um sinal sonoro e/ou visual, e a primeira falta deve ser localizada e eliminada o mais rápido possível. As massas devem ser aterradas individualmente, por grupos ou em conjunto.

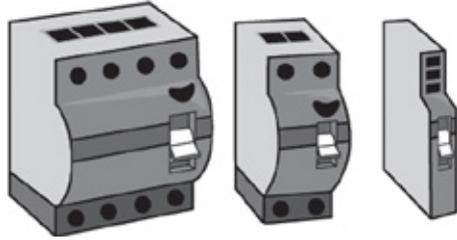
3.8.5 Tipos de DRs

A proteção diferencial-residual pode ser realizada através de:

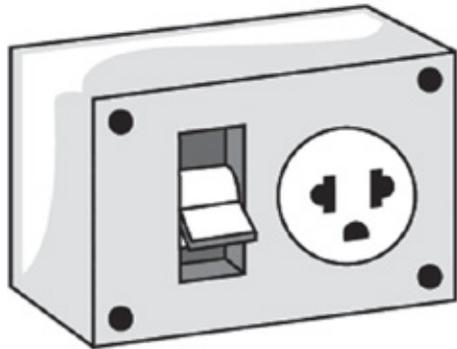
a) Interruptores diferenciais-residuais.



b) Disjuntores com proteção diferencial-residual incorporada.



c) Tomadas com interruptor DR incorporado.



Podem ser usados ainda blocos diferenciais acopláveis a disjuntores em caixa moldada ou a disjuntores modulares (mini-disjuntores).

Com a finalidade de sinalização e alarme, e não de seccionamento automático da alimentação, que é o objetivo da detecção diferencial-residual, podem ser usadas peças avulsas, como relé DR e transformador de corrente toroidal.

3.8.6 Uso do dispositivo DR

Pode-se classificar os dispositivos de proteção à corrente diferencial residual segundo diversos critérios:

- Modo de funcionamento: com ou sem fonte auxiliar;
- Tipo de montagem: fixo ou para uso móvel;
- Número de polos: unipolar ou bipolar;
- Sensibilidade: baixa ou alta, determinada ou indeterminada;
- Proteção sobrecorrente: sim ou não;
- Atuação: instantânea ou temporizada

3.8.7 Modo de funcionamento

No primeiro caso tem-se relés puramente eletromagnéticos, e no segundo, relés eletrônicos ou mistos.

- DRs sem fonte auxiliar: atuam de forma direta, podendo ser utilizados sem restrições na proteção contra os contatos indiretos, na proteção adicional contra contatos diretos (quando de alta sensibilidade) e na proteção contra riscos de incêndio. Como todas as funções envolvidas na proteção diferencial-residual (detecção, medição, comparação e interrupção), dispensam aporte de energia auxiliar. Eles funcionam com total independência.
- DR com fonte auxiliar: seu uso é necessário quando se quer amplificação no sinal, reque-rendo uma fonte auxiliar que pode ser a própria rede.

3.8.8 Sensibilidade

A sensibilidade determina se um DR poderá ser aplicado:

- para proteção contra contatos diretos,
- contra contatos indiretos ou
- contra incêndios.

Normalmente, os equipamentos possuem valor fixo de sensibilidade de 30 a 500mA. Alguns fabricantes oferecem modelos com recursos de ajuste de sensibilidade. O dimensionamento do DR deve ser feito com cuidado, levando-se em consideração sua finalidade de aplicação.

Proteção contra contato direto: 30 mA (DR de alta sensibilidade)

O uso de DR de alta sensibilidade (< 30 mA) ocorre na proteção adicional contra choques elétricos por contato direto com partes energizadas que podem ocasionar fuga de corrente elétrica, através do corpo humano, para a terra. Seu uso é obrigatório em circuitos de:

- Banheiros ou chuveiros,
- Tomadas externas,
- Tomadas de cozinhas ou copa-cozinhas,
- Lavanderias,
- Áreas de serviço,
- Garagens e assemelhados,
- Circuitos internos que abasteçam pontos externos e
- Em geral, todo local interno molhado em uso normal ou sujeito à lavagem.

Seu uso também é indicado como alternativa na proteção de equipamentos de utilização classe I (situados no volume 2 de piscinas). As outras opções são classe II, separação elétrica e SELV - Security Extra-low - Voltage ou extrabaixa tensão de segurança.

Proteção contra contato indireto: 100 mA a 300 mA

Esta faixa de sensibilidade é normalmente aplicada como proteção contra contato indireto no caso de uma falta interna em algum equipamento ou falha na isolação, onde peças de metal podem se tornar energizadas. É importante lembrar que, em eventual contato indireto, a tensão de toque limite é de 50 V.

Proteção contra incêndio: 500 mA

O DR com esta sensibilidade é usado para proteção contra incêndios, pois correntes para a terra com este valor podem gerar arcos ou faíscas e provocar incêndios. É previsto o uso de DR com sensibilidade de 500 mA como um dos meios para limitar as correntes de falta ou fuga à terra em locais que processam ou armazenam materiais inflamáveis (locais classificados como influências externas BE 2).

3.9 MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA ARCOS ELÉTRICOS

A organização deve adotar medidas de proteção contra arcos elétricos atendendo as condições gerais de proteção e a utilização de um ou mais dos seguintes meios:

- a) Uso de componente da instalação, fixo ou estacionário, totalmente envolvido por material resistente a arcos, ou separado, por materiais resistentes a arcos, de elementos construtivos da edificação sobre os quais os arcos possam ter efeitos térmicos prejudiciais; ou montado a uma distância suficiente dos elementos construtivos sobre os quais os arcos possam ter efeitos térmicos prejudiciais, de modo a permitir a segura extinção do arco;
- b) Dispositivos de manobra e seccionamento que permitam a abertura sob carga;
- c) Chave de aterramento resistente ao curto circuito presumido;
- d) Sistemas de intertravamento que impossibilite manobras equivocadas;
- e) Fechaduras com chave não intercambiáveis;
- f) Sinalização adequada;
- g) Corredores operacionais tão curtos, largos e altos quanto possível;
- h) Emprego de limitadores de corrente;
- i) 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;
- j) Equipamentos e dispositivos dimensionados para resistir às faltas elétricas;
- k) Operação da instalação a uma distância segura, de acordo com o Limite de Aproximação Segura (LAS) definido por meio de cálculo da energia incidente adequada para cada cenário de atividade, conforme as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, somente no caso de ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis;

- I) As vestimentas de trabalho com proteção contra os efeitos térmicos do arco elétrico e do fogo repentino devem ser especificadas conforme as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, somente no caso de ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis, observando a energia incidente do arco elétrico no ponto de trabalho, e ser dimensionadas por profissional legalmente habilitado e autorizado.

FIQUE ALERTA

As vestimentas de proteção devem ser adequadas e devem cobrir todas as áreas que possam estar expostas à ação das energias oriundas do arco elétrico. Além da cobertura completa do corpo, elas podem incluir balaclavas ou capuzes.

3.10 MEDIDAS DE PROTEÇÃO EM ÁREAS CLASSIFICADAS

A organização deve adotar medidas de proteção coletiva contra explosão conforme as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, somente no caso de ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis.

Nas instalações elétricas de áreas classificadas ou sujeitas a risco acentuado de incêndio ou explosões, devem ser adotadas medidas de proteção coletiva de forma a prevenir as possíveis fontes de ignição, conforme as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, somente no caso de ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis.

Os materiais, peças, dispositivos, equipamentos e sistemas destinados à aplicação em instalações elétricas de áreas classificadas ou sujeitas a risco acentuado de incêndio ou explosões devem ser selecionados de acordo com o estudo de classificação de áreas e avaliados quanto à sua conformidade, no âmbito do Sistema Brasileiro de Certificação.

Os serviços em eletricidade nas áreas classificadas somente poderão ser realizados mediante ordem de serviço e procedimento específico e por trabalhador autorizado.

Os processos ou equipamentos susceptíveis de gerar ou acumular eletricidade estática devem dispor de proteção específica e dispositivos de descarga elétrica.

VEJA +

Para ver mais medidas de proteção veja o item 3.3 da Unidade de Estudo 2 – Riscos de acidentes

recapitulando

Neste capítulo estudamos as medidas de proteção coletiva utilizados em serviços em instalações elétricas.

3.11 MEDIDAS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Nos serviços em eletricidade devem ser adotados equipamentos de proteção individual específicos e adequados às atividades desenvolvidas, em atendimento ao disposto na NR 6 – Equipamentos de Proteção Individual – EPI.

Segundo a Norma Regulamentadora NR 6 do Ministério do Trabalho e Emprego, Equipamento de Proteção Individual - EPI é todo dispositivo de uso individual de fabricação nacional ou estrangeira destinado a proteger a saúde e a integridade física do trabalhador.

O Equipamento de Proteção Individual é estritamente pessoal, sendo proibido o uso compartilhado entre trabalhadores, mesmo que utilizados em momentos diferentes das atividades.

As vestimentas de trabalho devem ser adequadas às atividades, considerando-se, também, a condutibilidade, a inflamabilidade e as influências eletromagnéticas. O uso de adornos pessoais é vedado nos trabalhos com instalações elétricas ou em suas proximidades, principalmente se forem confeccionados com metal ou se facilitam a condução de energia.

FIQUE ALERTA

São considerados como adornos, alianças, anéis, pulseiras, relógios de uso pessoal, colares, correntes de pescoço, brincos, broches, piercings expostos, gravatas e crachás pendurados com cordão.

Os Equipamentos de Proteção Individual - EPIs, devem ser usados quando não for possível eliminar o risco por outros meios, quando for necessário complementar a proteção coletiva ou na execução de trabalhos eventuais com exposição de curta duração ao risco.

A utilização de EPIs deve considerar as Normas Legais e Administrativas em vigor e envolver, no mínimo:

- Seleção do EPI adequado tecnicamente ao risco a que o trabalhador está exposto e à atividade exercida, considerando-se a eficiência necessária para o controle da exposição ao risco e o conforto oferecido segundo a avaliação do trabalhador usuário;
- Programa de treinamento dos trabalhadores quanto a sua correta utilização e orientação sobre as limitações de proteção que o EPI oferece;
- Estabelecimento de normas ou procedimentos para promover o fornecimento, o uso, a guarda, a higienização, a conservação, a manutenção e a reposição do EPI, visando garantir as condições de proteção originalmente estabelecidas;
- Caracterização das funções ou atividades dos trabalhadores, com a respectiva identificação dos EPIs utilizados para os riscos ambientais.

O EPI é estritamente pessoal, sendo proibido o uso compartilhado entre trabalhadores, mesmo que utilizados em momentos diferentes das atividades.

FIQUE ALERTA

Lembre-se de que a Norma determina que as empresas forneçam gratuitamente a seus empregados estes equipamentos, adequados ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento.

Obrigações do empregador:

1. Adquirir o EPI adequado ao risco de cada atividade;
2. Exigir seu uso;
3. Fornecer ao trabalhador somente o EPI aprovado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;
4. Orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação do EPI;
5. Substituir imediatamente o EPI, quando danificado ou extraviado;
6. Responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica; e
7. Comunicar ao órgão competente qualquer irregularidade observada.

Obrigações do empregado:

1. Usar o EPI, utilizando-o apenas para a finalidade a que se destina;
2. Responsabilizar-se pela guarda e conservação do EPI;
3. Comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para uso;
4. Cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.

Observação: o artigo 158 da CLT diz que “constitui ato faltoso do empregado a recusa do EPI”.

Salientamos ainda, que além dessas obrigações legais, o trabalhador deve realizar uma inspeção visual no EPI. Havendo dúvida sobre suas condições, as especificações técnicas ou o responsável pela área de segurança da empresa deverá ser consultado.

3.11.1 Principais epis para eletricitistas

A seguir vamos relacionar os principais EPis usados pelos eletricitistas em geral. Não esquecendo que o tipo de EPI necessário para cada serviço deve obedecer ao prescrito no Programa de Gerenciamento de Riscos – PGR.

Capacetes isolantes de segurança



Equipamento destinado à proteção contra quedas de objetos e contatos acidentais com as partes energizadas da instalação. O capacete para uso em serviços com eletricidade deve ser da classe B (submetido a testes de rigidez dielétrica a 30 kV) e preferencialmente com aba total. Quando utilizado para trabalhos em altura, deverá possuir jugular, e estar corretamente ajustada sob o queixo.

Óculos de segurança



Equipamento destinado à proteção contra elementos como partículas volantes e descargas elétricas, que possam prejudicar a visão.

Aos trabalhadores que utilizam óculos de grau para a correção visual, deverão ser fornecidos óculos de segurança com o grau de correção utilizado pelo trabalhador.

Máscaras e respiradores



Estes equipamento devem ser utilizados em áreas confinadas, classificadas ou sujeitas à emissão de gases e poeiras.

Luvas isolantes



Luvas confeccionadas em borracha especial, destinadas à proteção contra qualquer possibilidade de choques na execução de serviços no setor elétrico.

De acordo com a norma NBR 10622 – Norma Brasileira para Ensaio Elétricos em Luvas Isolantes de Borracha ABNT, de fevereiro de 1989, elas devem ser testadas diariamente com inflador de luvas para a verificação

visual da existência de furos, além de passar por testes de laboratório (a cada 6 meses ou quando exista suspeita de dano) que garantam sua adequação ao uso, garantindo a proteção à vida do trabalhador.

As luvas isolantes são apresentadas em seis classes distintas, de acordo com o nível de tensão de trabalho e de teste, identificadas por cores e pelas informações gravadas no punho, conforme a tabela:

Tabela 13 - Classes de luvas isolantes

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

Há uma série de testes de controle de Qualidade de Luvas Isolantes de Borracha. Eles devem ser realizados em laboratórios especializados e devidamente registrados e reconhecidos junto ao órgão competente – INMETRO.

Dentre as especificações, verificam-se os seguintes itens:

- Controle dimensional,
- Tensão elétrica aplicada,
- Absorção de umidade,
- Tensão elétrica de perfuração,
- Resistência ao ozônio,
- Resistência à tração,

- Deformação permanente,
- Resistência ao rasgamento,
- Resistência à perfuração mecânica,
- Envelhecimento acelerado e
- Dureza Shore A.

Luvras de cobertura



As luvas de cobertura são confeccionadas em couro vaqueta ou raspa e devem ser utilizadas por cima das luvas isolantes, oferecendo-lhes proteção mecânica e evitando cortes e desgaste do material. Estas luvas não possuem características isolantes; portanto, não devem ser usadas sem as luvas de borracha em trabalhos elétricos.

Calçados – botinas, sem biqueira de aço



Equipamento utilizado para minimizar as consequências de contatos com partes energizadas, as botinas são selecionadas conforme o nível de tensão de isolamento e aplicabilidade (trabalhos em linhas energizadas ou desenergizadas). Devem ser acondicionadas em local apropriado, para que não percam suas características de isolamento.

Protetores auriculares



Esses protetores destinam-se a minimizar as consequências de ruídos prejudiciais à audição. Para trabalhos com eletricidade, devem ser utilizados os protetores apropriados, sem elementos metálicos.

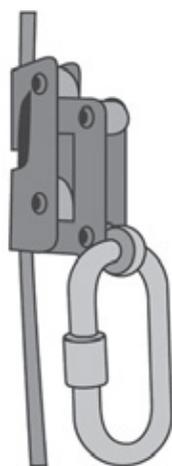
Cinturão de segurança

Equipamento destinado à proteção contra quedas de pessoas. Sua utilização é obrigatória em trabalhos acima de 2 m de altura.

Os cinturões podem ser basicamente de dois tipos: os abdominais e os de três pontos (do tipo paraquedista). Para serviços de eletricidade em redes de distribuição, o modelo mais indicado é o cinturão com talabarte de nylon e sinalização interna de limite. Quando for utilizado o tipo paraquedista, podem ser instalados travaquedas em cabos de aço ou cabo flexível, fixados a estruturas a serem escaladas.



Cinturão tipo paraquedista



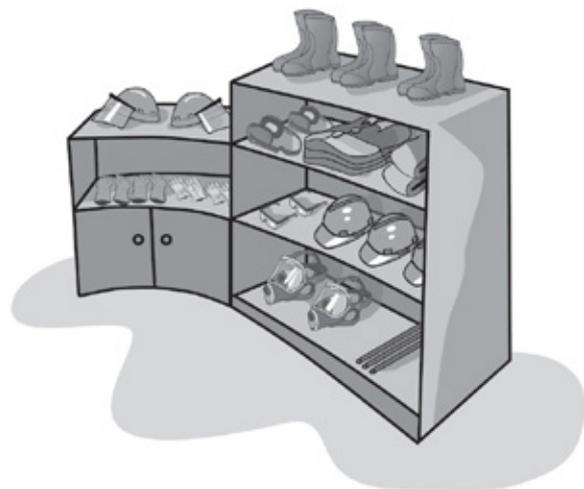
Trava quedas



Antes de começar qualquer trabalho, realize sempre uma inspeção visual em todo o EPI a ser utilizado, verificando seu perfeito estado de segurança.

3.12 HIGIENIZAÇÃO E GUARDA DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO

Os fabricantes indicam como deverá ocorrer a higienização e a guarda para cada equipamento.



é importante ler as instruções de cada um dos Equipamentos de Proteção a serem higienizados e guardados, observando as disposições legais presentes na NR 6, sobre Restauração, Lavagem e Higienização de Equipamentos de Proteção.

Cada funcionário deve providenciar a limpeza dos EPIs de uso pessoal, informando imediatamente ao seu superior o surgimento de defeitos ou desgaste material que possa oferecer riscos. Deve ser dada

atenção especial ao fato de alguns equipamentos, como as vestimentas contra arcos elétricos, requererem um tratamento diferenciado que, neste caso, deverá ser executado por empresa ou pessoal especializado, com técnicas e produtos adequados para cada equipamento.

O Departamento de Segurança, na data indicada em seus controles, retirará o equipamento para proceder à higienização. Caso o equipamento não tenha sido utilizado no período (se a embalagem permanecer lacrada), são registradas no controle a condição “sem uso” e a nova data para higienização.

Quando da devolução do equipamento, o usuário deverá assinar a Ficha Individual - Equipamento de Segurança, que será mantida em arquivo, por equipamento, pelo Departamento de Segurança. A higienização deve ser feita após cada utilização do equipamento, quando da devolução pelo usuário.

Ao receber os Equipamentos de Proteção Individual da empresa de forma gratuita, o trabalhador assume a obrigação de utilizá-los exclusivamente para a finalidade a que se destinam, de acordo com o treinamento recebido, responsabilizando-se por problemas decorrentes da falta de cuidado, incluindo danos provocados intencionalmente.

Caso seja caracterizado dolo, o empregador poderá efetuar desconto do salário e qualificar como falta grave, podendo, inclusive, acarretar em dispensa por justa causa, conforme os artigos 462 e 482 da Consolidação das Leis Trabalhistas.

Se o trabalhador agir de forma negligente, não limpar nem guardar os EPIs em lugar seguro e adequado, provocando desgaste ou inutilidade deles, também poderá ser caracterizada falta grave.

No caso de imperícia no manuseio dos equipamentos, considera-se que este empregado não teve treinamento adequado para sua utilização, atribuindo-se a responsabilidade à empresa.

Danos provocados pelo uso diário não são considerados, por caracterizarem desgaste natural.

Todas essas disposições devem ser mencionadas nas ordens de serviço sobre Segurança e Medicina do Trabalho (art. 157, II CLT, 1.7 “B”).



Controle de higienização – O Departamento de Segurança mantém um controle para higienização dos EPIs, registrando o tipo de equipamento– incluindo o armazenado como reserva, sua localização, nome do funcionário responsável por sua utilização e periodicidade para higienização.

3.13 INSPEÇÃO E CERTIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO

No final de 1997, o Ministério do Trabalho e Emprego constatou a ineficácia do controle de qualidade de todos os Equipamentos de Proteção Individual – EPIs. Implantou-se, então, o Plano de Reformulação do Sistema de Certificação de EPIs, que propõe a alteração e a atualização da norma que regulamenta os Equipamentos de Proteção Individual a partir do trabalho de uma Comissão Tripartite Paritária, responsável pela aprovação de todas as normas regulamentadoras.

As alterações foram propostas considerando-se a necessidade de superar basicamente dois problemas:

- Equipamentos com fabricação ou aquisição sem controle de qualidade desejável;
- Ausência da exigência do Certificado de Aprovação na compra dos equipamentos, solicitado de forma meramente burocrática, sem garantir a qualidade do produto.

Em 15 de outubro de 2001 foi publicada a Portaria no 25, do Ministério do Trabalho e Emprego – MTE, com nova redação para a NR 6 contendo alterações importantes:

- Os Equipamentos de Proteção Individual passaram a ser certificados pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, que foi incluído no Sistema de Certificação para a emissão de Certificado de Aprovação - CA);
- As regras de fiscalização são modificadas, conferindo instrumentos legais para melhorar a atuação do MTE;
- Definiu-se a padronização da nomenclatura, indicando quais equipamentos são realmente EPIs.

A NR 6, obriga as empresas (consumidoras) a só utilizarem EPIs que foram testados e aprovados por órgão nacional competente (empresas certificadoras e reconhecidas pelo Sistema Brasileiro de Certificação).

A Portaria nº 09, de 17 de abril de 2002, concedeu prazo de 180 dias, postergado por igual período, para que sejam gravados em caracteres indelévels nos EPIs o lote de fabricação, o nome da empresa (fabricante ou importadora) e o número do CA.

Os Certificados de Aprovação do Ministério do Trabalho e Emprego concedidos às empresas fabricantes estão disponíveis no site deste Ministério, facilitando a identificação de tipos e especificações dos EPIs e das empresas fabricantes e possuidoras do CA.

A modificação da norma NR-6 representa melhoria significativa na segurança dos trabalhadores, com a utilização de EPIs de melhor qualidade, garantida pela certificação de aprovação e medidas de fiscalização, colaborando com a diminuição de riscos aos quais os trabalhadores estão expostos.

Disposições sobre Certificado de Aprovação (CA) na NR-6

Item 6.9 - Certificado de Aprovação - CA

Item 6.9.1 - Para fins de comercialização o CA concedido aos EPI terá validade:

- a) de 5 (cinco) anos, para aqueles equipamentos com laudos de ensaio que não tenham sua conformidade avaliada no âmbito do SINMETRO;
- b) do prazo vinculado à avaliação da conformidade no âmbito do SINMETRO, quando for o caso;

6.9.2 - O órgão nacional competente em matéria de Segurança e Saúde no Trabalho, quando necessário e mediante justificativa, poderá estabelecer prazos diversos daqueles dispostos no subitem 6.9.1.

6.9.3 - Todo EPI deverá apresentar, em caracteres indelévels e bem visíveis, o nome comercial da empresa fabricante, o lote de fabricação e o número do CA ou, no caso de EPI importado, o nome do importador, o lote de fabricação e o número do CA (206.022-1/11).

6.9.3.1 - Na impossibilidade de cumprir o determinado no item 6.9.3, o órgão nacional competente em matéria de Segurança e Saúde no Trabalho poderá autorizar forma alternativa de gravação, a ser proposta pelo fabricante ou importador, devendo esta constar do CA.

recapitulando

Neste capítulo estudamos sobre as medidas de proteção individual, os EPIs, suas características, higienização, guarda, inspeção e certificação.

4. ADMINISTRAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DA SEGURANÇA

Um dos objetivos da NR 10 é uniformizar os aspectos de segurança nas atividades envolvendo eletricidade, padronizando de uma forma segura a condução dos trabalhos. Como cada empresa tem suas características e culturas empresariais, esta padronização de trabalhos muitas vezes é de difícil aplicação, principalmente para aquelas em que as tarefas com eletricidade não representam a atividade fim da empresa.

Entre os requisitos e condições mínimas, necessárias ao processo de transformação das condições de trabalho com energia elétrica, de forma a torná-las mais salubres e seguras, estão medidas administrativas e de organização das empresas, tais como o planejamento das atividades,

realização da análise de risco antes da execução das atividades, a elaboração de esquemas e diagramas unifilares, emissão de ordens de serviço, elaboração e implantação de procedimentos de trabalhos que proporcione segurança aos trabalhadores, o acompanhamento e preservação da saúde ocupacional dos trabalhadores, entre outras medidas.

Nesta Unidade de Estudo iremos tratar destes assuntos, que complementam as medidas de prevenção de riscos de acidentes e doenças no ambiente do trabalho.

4.1 MEDIDAS ADMINISTRATIVAS E DE ORGANIZAÇÃO

Tanto a NR 10 como a NBR 16384:2020, estabelecem que, antes de iniciar qualquer intervenção em uma instalação elétrica, a empresa e os trabalhadores devem realizar o planejamento da atividade considerando todos os riscos envolvidos, mediante análise de risco. Neste planejamento serão previstas as medidas administrativas e de organização de forma a atender os princípios técnicos básicos e as melhores técnicas de segurança em eletricidade aplicáveis na execução dos trabalhos, sejam de construção, montagem ou manutenção de instalações elétricas.

Nesta etapa é importante a utilização da documentação das instalações elétricas da empresa, como o projeto elétrico, os esquemas ou diagramas unifilares e, caso o estabelecimento possuir uma carga instalada superior a 75 kW, o Prontuário de Instalações Elétricas. Lembrando que todas as empresas devem possuir o projeto elétrico e os esquemas ou diagramas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus locais de trabalho com as especificações dos sistemas de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção, conforme foi estudado na Unidade de Estudo 1.

Outro documento imprescindível nos serviços em eletricidade é a Ordem de Serviço (OS). Os serviços em eletricidade devem ser precedidos de ordens de serviço específicas, assinadas por trabalhador autorizado, contendo, no mínimo, o tipo, a data, o local e as referências aos procedimentos de trabalho a serem adotados.

De posse da documentação das instalações elétricas e da OS é possível iniciar a análise de riscos do trabalho a ser executado, usando as técnicas existentes para este fim.

4.1.1 Análise de riscos

Inicialmente é importante entendermos a diferença entre **Risco** e **Perigo**.

Risco pode ser entendido como uma ou mais condições físicas ou químicas com possibilidade de causar danos às pessoas, à propriedade, ao ambiente ou uma combinação de todos. Segundo a NR-10, é a capacidade de uma grandeza com potencial para causar lesões ou danos à saúde das pessoas.

Perigo é a iminência de um risco. A adoção de medidas de controle elimina o perigo. Segundo a NR-10, é situação ou condição de risco com probabilidade de causar lesão física ou danos à saúde das pessoas por ausência de medidas de controle.

Os acidentes são materializações de riscos associados a atividades e procedimentos, projetos e instalações, máquinas e equipamentos. Para reduzir sua frequência, é preciso avaliar e controlar os riscos, planejando atividades de acordo com as normas de Segurança. Medidas de controle são estabelecidas em função da identificação e da avaliação dos riscos, através de técnicas que contribuam para reduzi-los a níveis cada vez menores.

A Análise de Riscos consiste na elaboração de um cenário referente à atividade a ser executada, levantando e quantificando riscos, decidindo se a situação de risco é tolerável e propondo medidas preventivas de controle, caso necessário. Esta análise tem caráter qualitativo e quantitativo.

O conjunto de medidas técnicas, administrativas e operacionais a serem implementadas visando à redução ou à neutralização do risco compõe a estratégia de gerenciamento de riscos, sendo parte do planejamento do trabalho em nível gerencial. O trabalhador que executa o serviço pode não ter condições de classificar riscos em campo, com relação à frequência e à severidade. Ainda assim, deverá prevê-los e adotar as medidas de controle necessárias para realizar o trabalho com segurança, utilizando a planilha de APR simplificada, onde devem constar a identificação da tarefa, os riscos e as medidas de controle.

A avaliação dos riscos é realizada através da qualificação da severidade das consequências e da quantificação da frequência provável do risco identificado.

4.1.1.1 Classificação de riscos pela estimativa da severidade das consequências (adaptada de MIL-STD-882D, do Programa Militar Norte-Americano)

Categoria I - Catastrófica - Quando os danos resultam em morte ou incapacidade permanente e geram perdas materiais muito expressivas, podendo também causar danos ambientais muito graves.

Categoria II - Crítica - Quando os danos provocam incapacidade parcial permanente, ferimentos ou doenças ocupacionais com hospitalização, perdas materiais expressivas e danos ambientais graves

Categoria III - Marginal - Os danos resultam em ferimentos ou doenças ocupacionais com afastamento do trabalho, perdas materiais relevantes e danos ambientais leves.

Categoria IV - Desprezível - Neste caso, são danos que resultam em ferimentos ou doença sem afastamento do trabalho, perdas materiais e danos ambientais mínimos.

4.1.1.2 Classificação de risco pela estimativa da frequência de ocorrência

A - Frequente: Quando há pelo menos uma ocorrência do cenário já registrada no próprio sistema. Espera-se que ocorra várias vezes durante a vida útil da instalação.

B - Provável: é esperada pelo menos uma ocorrência durante a vida útil do sistema.

C - Ocasional: A ocorrência do cenário depende de uma única falha (humana ou do equipamento).

D – Improvável: Falhas múltiplas no sistema – que podem ser humanas ou de equipamentos, ou rupturas de equipamentos de grande porte. Não é esperada sua ocorrência durante a vida útil da instalação. Neste caso, não há registro de ocorrência prévia na instalação.

E – Muito improvável: São cenários que dependem de falhas múltiplas de sistemas de proteção ou ruptura por falha mecânica. Conceitualmente é possível, mas extremamente improvável que ocorra durante a vida útil da instalação.

Para a classificação da frequência de acidentes considera-se o setor elétrico nacional como sendo o sistema referido na estimativa de frequência de ocorrência acima descrita.

4.1.1.3 Classificação final de risco (severidade e frequência)

Para classificar riscos combinando frequência e severidade, pode-se utilizar como indicadores para os diversos níveis as designações:

- DESPREZÍVEL;
- MENOR;
- MODERADO;
- MAIOR;
- SÉRIO.

Quadro 5 - Matriz de classificação de risco

		Severidade				Critério utilizado para referência	Critério utilizado para severidade
		I	II	III	IV		
FREQUÊNCIA	A	5	5	4	3	A= Frequente	I= Catastrófica
	B	5	4	3	2	B= Provável	II= Crítica
	C	4	3	2	1	C = Ocasional	III = Marginal
	D	3	2	1	1	D= Improvável	IV= Desprezível
	E	2	1	1	1	E= Muito improvável	
						Critério utilizado para risco	
						1= Desprezível	
						2 = Menor	
						3 = Moderado	
						4 = Maior	
						5 = Sério	

Desprezível: situação em que o risco é sem valor, não sendo considerável.

Menor: condição em que o risco apresenta pouca ou nenhuma efetivação, porém é considerável.

Moderado: graduação na qual o risco se apresenta dentro de limites razoáveis, trazendo efetividade aos danos.

Maior: situação na qual o risco apresenta danos amplos, impedindo o funcionamento do sistema ou a condição física do operador, por algum tempo.

Sério: condição onde o risco é grande, traz consequências graves e cancela a operação.

4.2 ELABORAÇÃO DE ANÁLISE DE RISCO

As Técnicas de Análise de Risco são ferramentas utilizadas para identificar, avaliar e propor medidas de controle para prevenir riscos, por meio de técnicas adequadas.

A Análise Preliminar de Riscos (APR) é uma técnica de análise qualitativa e quantitativa que consiste na identificação, quantificação e proposição de medidas de controle de riscos em qualquer atividade, revelando aspectos que poderiam passar despercebidos durante a execução da tarefa.

Esta Análise pode ser elaborada de diversas maneiras, porém devem constar como informações mínimas a descrição das diversas etapas da atividade a ser executada, os riscos identificados e as medidas preventivas a ser adotadas.

A APR simplificada, que pode ser utilizada em campo, pode ser elaborada desta forma:

Quadro 6 - Troca de disjuntor residencial

Atividade: Troca de disjuntor residencial		
Etapas	Risco	Medida preventiva
1. Desparafusar o disjuntor.	Choque elétrico	Desenergizar o circuito a montante.
2. Colocar novo disjuntor.	Nenhum	Nenhuma
3. Reenergizar o circuito.	Choque elétrico	Utilizar EPI.

A Análise Preliminar de Riscos deve ser elaborada com a participação dos trabalhadores que executarão a tarefa com a finalidade de otimizar a prevenção de acidentes que possam acontecer durante sua realização.

Quando o serviço em eletricidade for realizado em equipe a organização deverá:

- indicar trabalhador em condições para exercer a supervisão e condução dos trabalhos;
- realizar análise prévia das ações a serem desenvolvidas no local, de forma a atender os princípios técnicos básicos e as melhores técnicas de segurança aplicáveis ao serviço.

A alternância de atividades deve considerar a análise de riscos das tarefas e a autorização dos trabalhadores envolvidos, de forma a garantir a segurança e a saúde no trabalho.

Para ampliar a precisão de uma APR em nível gerencial, devem ser incluídas as categorias de

4.3 OUTRAS TÉCNICAS PARA IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCOS

Abaixo apresentamos algumas outras técnicas amplamente utilizadas na identificação e análise dos riscos.

4.3.1 Análise Quantitativa de Riscos - AQR

Esta Análise calcula a frequência e simula a consequência em termos de probabilidade de fatalidades por cenários de incêndio, explosões ou liberação de produtos tóxicos a partir dos riscos verificados em uma técnica de levantamento de perigos.

4.3.2 Análise da Falha Humana

É o método que identifica as causas e os efeitos dos erros humanos observados em potencial e também as condições dos equipamentos e dos processos que possam contribuir para provocá-los.

4.3.3 Método de Análise de Falhas e de Defeitos

Trata-se de um método específico de análise de riscos, concebido para ser utilizado em equipamentos mecânicos com o objetivo de identificar as falhas potenciais que possam provocar acontecimentos ou eventos adversos e também os efeitos desfavoráveis deles.

É um método de análise de riscos tecnológicos que consiste em:

- Tabulação de todos os sistemas e equipamentos existentes numa instituição ou planta industrial;
- Identificação das modalidades de falhas possíveis em cada um deles;
- Especificação dos efeitos desfavoráveis das falhas sobre o sistema e sobre o conjunto das instalações.

4.3.4 Análise de Segurança de Sistemas

É a técnica que tem por finalidade avaliar e aumentar o grau de confiabilidade e o nível de segurança intrínseca de um sistema determinado, para os riscos previsíveis. Como a segurança intrínseca é o inverso da insegurança ou do nível de vulnerabilidade, todos os projetos de redução de riscos e de preparação para desastres concorrem para incrementar o nível de segurança.

4.3.5 Árvore de eventos

É uma técnica dedutiva de análise de riscos utilizada para avaliar as possíveis consequências de um acidente potencial, resultante de um evento inicial tomado como referência, o qual pode ser um fenômeno natural ou ocorrência externa ao sistema, um erro humano ou uma falha do equipamento.

Este método tem por objetivo antecipar e descrever, de forma sequenciada, a partir de um evento inicial, as consequências lógicas de um possível acidente.

Os resultados da análise de eventos caracterizam sequências de eventos intermediários, ou melhor, um conjunto cronológico de falhas e de erros que, a partir do evento inicial, culminam no acidente ou no evento-topo ou principal.

4.3.6 Árvores de falhas

Consiste em uma técnica dedutiva de análise de riscos na qual, a partir da focalização de um determinado acontecimento definido como evento- topo ou principal, se constrói um diagrama lógico que especifica as várias combinações de falhas de equipamentos, erros humanos ou de fenômenos ou ocorrências externas ao sistema que possam provocar o acontecimento.

Neste momento você já compreendeu como elaborar uma APR e as técnicas para identificação de risco. No próximo capítulo você estudará os procedimentos de rotina no trabalho.

4.4 PROCEDIMENTOS DE TRABALHO

Os serviços em eletricidade devem ser planejados e realizados em conformidade com procedimentos de trabalho específicos, padronizados, com descrição detalhada de cada tarefa, passo a passo, assinados por profissional autorizado.

Os procedimentos de trabalho devem conter, no mínimo, objetivo, campo de aplicação, base técnica, competências e responsabilidades, disposições gerais, medidas de controle e orientações finais.

Quando o serviço em eletricidade for realizado em equipe a organização deverá:

- a) indicar trabalhador em condições para exercer a supervisão e condução dos trabalhos;
- b) realizar análise prévia das ações a serem desenvolvidas no local, de forma a atender os princípios técnicos básicos e as melhores técnicas de segurança aplicáveis ao serviço.

Os procedimentos de serviço compreendem três situações distintas:

- a) com a instalação desenergizada;
- b) com a instalação energizada;
- c) nas proximidades de elementos energizados;

4.4.1 Serviços em instalações desenergizadas

Para realizar serviços em instalações desenergizadas é necessário assegurar que a instalação elétrica do local de serviço esteja sem tensão e se mantenha sem energia durante a realização do serviço. Isto vai exigir a identificação clara e a delimitação elétrica precisa do local de serviço que sofrerá a intervenção. Para garantir a desenergização da instalação elétrica do local de serviço, deve ser observado o procedimento de desenergização estudado na Unidade de Estudo 3.

É fundamental que a permissão para iniciar o serviço desenergizado seja autorizada pelo responsável pela instalação elétrica para o responsável pelo serviço. Todos os trabalhadores que

participam do serviço devem ser autorizados pela empresa contratante e pela empresa prestadora do serviço.

Em intervenções em sistemas elétricos, convém elaborar um documento com detalhes quanto à desenergização e instalação do aterramento temporário.

É importante que todos os envolvidos sejam informados quando os serviços forem finalizados, e que não pode ser realizada mais atividade alguma no local, devendo os mesmos ficarem afastados para o início do procedimento de reenergização, conforme estudado no capítulo 3

4.4.2 Serviços em instalações energizadas

Em baixa tensão

Os serviços em eletricidade, inclusive a proximidade, com exposição à tensão igual ou superior a 50 Volts em corrente alternada (Vca) ou superior a 120 Volts em corrente contínua (Vcc) somente podem ser realizados por trabalhadores que atendam aos critérios de qualificação, habilitação e capacitação estudados no Unidade de Estudo 1. Os trabalhadores deverão possuir treinamento para executar trabalhos em instalações elétricas de baixa tensão energizadas e possuir o curso básico de segurança em eletricidade. Além disso, deverá utilizar ferramentas e equipamentos de proteção para o nível de tensão do local do serviço.

Os serviços em eletricidade, inclusive a proximidade, com exposição à tensão igual ou superior a 50 Volts em corrente alternada (Vca) ou superior a 120 Volts em corrente contínua (Vcc), devem ser suspensos de imediato na iminência de ocorrência que possa colocar os trabalhadores em perigo.

VEJA
+

Para saber mais leia a NBR 16384:2020, item 6.3

Em média tensão

Os serviços em eletricidade, inclusive a proximidade, com exposição à tensão superior a 1000 Vca e 1500 Vcc, devem ser executados por trabalhadores que que atendam aos critérios de qualificação, habilitação e capacitação estudados no Unidade de Estudo 1. Os trabalhadores deverão possuir treinamento para executar trabalhos em instalações elétricas de média tensão energizadas e possuir, além do curso básico de segurança em eletricidade, o curso em segurança complementar. Além disso, deverá utilizar ferramentas e equipamentos de proteção para o nível de tensão do local do serviço.

Os serviços em instalações elétricas de média tensão energizadas somente podem ser realizados mediante a desativação, também conhecida como bloqueio, dos conjuntos e dispositivos de religamento automático do circuito, sistema ou equipamento.

Os conjuntos e dispositivos de religamento automático do circuito, sistema ou equipamento desativados devem ser sinalizados com identificação da condição de desativação, conforme procedimento de trabalho específico padronizado.

Os equipamentos, ferramentas, dispositivos, equipamentos de proteção individual e coletivo que possuam isolamento elétrico destinados ao trabalho com tensão superior a 1000 Vca e 1500 Vcc devem ser submetidos a inspeção e testes elétricos ou ensaios de laboratório periódicos, obedecendo-se as especificações do fabricante, os procedimentos da organização e na ausência desses, anualmente.

Os serviços em instalações elétricas de média tensão energizadas devem dispor de equipamento que permita a comunicação permanente com os demais membros da equipe e com o centro de operação da organização durante a realização do serviço, independentemente das condições locais e interferências ou ausência de sinais.

A empresa que possuir fonte própria de energia elétrica deve implementar medidas que impeçam a energização de instalações elétricas de outras organizações, salvo previsto em legislação competente.

Existem três principais métodos de serviço em equipamentos e instalações energizadas, que dependem da posição da pessoa em relação às partes energizadas e das medidas de proteção utilizadas contra choques elétricos e arcos elétricos oriundos de curto circuitos.

Para cada método, convém que sejam avaliados os demais riscos adicionais envolvidos, além de choque e arco elétrico, como trabalho em altura ou espaço confinado.

Métodos de trabalho

- Método de trabalho a distância
- Método de trabalho ao contato
- Método de trabalho ao potencial

O estudo destes métodos de trabalho em circuitos energizados é conteúdo do treinamento complementar previsto na NR 10

VEJA
+

Para saber mais leia a NBR 16384:2020, item 6.3

4.4.3 Procedimentos de rotina no trabalho

Atividades preliminares à execução do trabalho

Para melhor conhecimento do sistema elétrico e maior domínio da tarefa é preciso realizar a inspeção da área (considerando, inclusive, condições ambientais como a presença de animais, ventilação e fatores que possam provocar riscos adicionais), a análise da documentação técnica

e a identificação dos procedimentos técnicos mais adequados para cada tipo de tarefa, garantindo sua eficiência.

Para minimizar e manter sob controle o potencial de risco de acidentes em serviço, os trabalhadores devem seguir os procedimentos operacionais da empresa ou, quando a tarefa não estiver prevista no Manual de Procedimentos, realizar uma análise de riscos específica para esta tarefa.

Os procedimentos operacionais da empresa são registrados em documento que define, passo a passo, a realização da tarefa levando em conta as medidas de controle previamente definidas na Análise Preliminar de Risco.

Outras atividades preliminares recomendadas são:

- Verificar os EPIs e os EPCs necessários para evitar acidentes;
- Inspecionar ferramental e instrumental necessários, minimizando riscos;
- Escolher trabalhadores autorizados para executar a tarefa (os funcionários devem estar em boas condições de saúde e emocional, portando a avaliação de médico do Trabalho, com Atestado de Saúde Ocupacional – ASO) de modo que os serviços sejam executados de forma padronizada;
- Manter todos os trabalhadores informados sobre os riscos da tarefa, discutindo com a equipe as peculiaridades e todos os aspectos de segurança relativos ao serviço;
- Seguir a sequência de atividades passo a passo, para liberar de forma segura os serviços, reduzindo os riscos de acidentes.

Procedimentos preliminares para obter ordem de serviço (OS) e permissão de trabalho (PT)

Os serviços em instalações elétricas devem ser precedidos de ordens de serviço específicas, aprovadas por trabalhador autorizado, contendo, no mínimo, o tipo, a data, o local e as referências aos procedimentos de trabalho a serem adotados. Para eliminar ou minimizar a possibilidade de acidente ou incidente, o responsável pela OS ou PT (que deve ser credenciado para a liberação do serviço) deve:

- Analisar os riscos do serviço em conjunto com o operador, verificar a análise de risco da tarefa e certificar-se da abrangência da OS ou da PT; e
- Acompanhar ou executar as manobras de desenergização e liberação dos serviços, em conformidade com o roteiro previamente elaborado, usando EPIs e EPCs apropriados.

Liberação de serviços

A liberação de serviços em instalações elétricas desenergizadas somente poderá ser realizada se for obedecida a sequência de procedimentos que garantem a segurança

A autorização para serviços em instalações elétricas deve ser emitida por profissional autorizado. Estão aptos a realizar a tarefa somente os profissionais capacitados, habilitados e qualificados, devidamente autorizados.

Os serviços em instalações energizadas ou em suas proximidades devem ser suspensos de imediato na iminência de algum evento que possa colocar os trabalhadores em perigo. O responsável pela execução do serviço deve suspender as atividades quando verificar a situação ou condição de risco não-prevista cuja eliminação ou neutralização imediata não seja possível.

VEJA
+

A sequência de procedimentos para desenergização foi abordada no Capítulo 3. Caso sinta necessidade, leia novamente as informações sobre a ordem dos procedimentos!

Sinalização da área de trabalho

Antes do início de qualquer atividade é preciso fazer a sinalização da área de trabalho para evitar que terceiros sejam expostos a riscos ou atrapalhem a execução da tarefa.

Procedimento para a realização de desenergização

O procedimento de desenergização é a primeira tarefa que deve ser realizada após a obtenção da Ordem de Serviço (OS)

Execução dos serviços

Consiste em realizar as tarefas previstas no Manual de Procedimentos da empresa ou as tarefas identificadas em uma Análise Preliminar de Risco, caso o serviço a ser executado não esteja previsto naquele documento.

O trabalhador deve estar atento a todas as etapas e particularidades do serviço, executando as tarefas conforme os procedimentos técnico-operacionais previstos no Manual, garantindo segurança, qualidade e padronização. Também é recomendável verificar as condições de segurança sempre que se ausentar do local do trabalho e quando reiniciar o serviço, para garantir sua própria integridade.

Conclusão dos serviços

Para garantir a condição operacional de equipamentos e sistemas na conclusão dos serviços, deve ser promovida inspeção observando:

- Condições de energização;
- Cabos bem conectados;

- Aterramentos temporários (curto-circuito) retirados;
- Sistemas de proteção ativos;
- Caixas de conexões vedadas;
- Buchas e isoladores limpos e sem avarias;
- Sistemas de refrigeração desobstruídos; e
- Ausência de materiais e ferramentas no interior dos equipamentos.



Para evitar curto-circuito, devem ser retirados todos os aterramentos temporários (na sequência inversa dos procedimentos de aterramento), a sinalização, as fitas de isolamento da área e os equipamentos e materiais.

Após a conclusão dos serviços e no procedimento de reenergização do sistema, visando manter a área limpa e em ordem, o responsável deve acompanhar ou executar as manobras de normalização do sistema elétrico, conforme o roteiro previamente elaborado, e dar baixa na OS (Ordem de Serviço) ou na PT (Permissão de Trabalho).

recapitulando

Neste capítulo estudamos as medidas administrativas e de organização relativas à segurança do trabalho que devem ser observadas nos serviços em instalações elétricas.

4.5 RESPONSABILIDADES

As responsabilidades atribuídas aos trabalhadores envolvidos com a execução dos serviços dividem-se em quatro situações: gerência imediata, supervisor e encarregado, funcionário e acompanhante.

Gerencia imediata

- Instruir e esclarecer seus funcionários sobre as normas de Segurança do Trabalho e precauções relativas às peculiaridades dos serviços executados.
- Fazer cumprir as normas de segurança do trabalho a que estão obrigados todos os empregados, sem exceção.
- Designar somente pessoal devidamente autorizado para a execução de cada tarefa.
- Manter-se a par das alterações introduzidas nas normas de Segurança do Trabalho, transmitindo-as a seus funcionários.
- Estudar as causas dos acidentes e incidentes ocorridos e fazer cumprir as medidas que possam evitar sua repetição.
- Proibir a entrada de menores aprendizes em estações ou em áreas de risco.

Supervisores e encarregados

- Instruir adequadamente os funcionários com relação às normas de Segurança do Trabalho.
- Certificar-se da colocação dos equipamentos de sinalização adequados antes do início de execução dos serviços.
- Orientar os integrantes de sua equipe quanto às características dos serviços a serem executados e quanto às precauções a serem observadas em seu desenvolvimento.
- Comunicar à gerência imediata quaisquer irregularidades observadas em relação ao cumprimento das normas de Segurança do Trabalho, inclusive quando ocorrerem fora de sua área de serviço.
- Advertir os funcionários sob sua responsabilidade, pronta e adequadamente, quando deixarem de cumprir as normas de Segurança de Trabalho.
- Zelar pela conservação das ferramentas e dos equipamentos de segurança, assim como por sua correta utilização.
- Proibir que os integrantes de sua equipe utilizem ferramentas e equipamentos inadequados ou defeituosos.
- Usar e exigir o uso de roupa adequada ao serviço.
- Manter-se a par das inovações introduzidas nas normas de Segurança do Trabalho, transmitindo-as aos integrantes de sua equipe.
- Providenciar prontamente os primeiros socorros para os funcionários acidentados e comunicar o acidente à gerência imediata, logo após sua ocorrência.
- Estudar as causas dos acidentes e incidentes ocorridos e fazer cumprir as medidas que possam evitar sua repetição.
- Conservar o local de trabalho organizado e limpo.
- Cooperar com as Comissões Internas de Prevenção de Acidentes – CIPAs, sugerindo medidas que garantam a segurança no trabalho.
- Atribuir serviços somente a funcionários que estejam física e emocionalmente capacitados a executá-los e distribuir as tarefas de acordo com a capacidade técnica de cada um.
- Quando houver interrupção de serviços em execução, garantir que antes de seu reinício sejam tomadas precauções para a verificação da segurança geral, do mesmo modo como foi realizada antes do início do trabalho.

Funcionários

- Observar normas e preceitos relativos à Segurança do Trabalho e ao uso correto dos equipamentos de segurança.
- Utilizar os Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva.
- Alertar os companheiros de trabalho quando executarem os serviços de maneira incorre-

ta ou se praticarem atos que possam gerar acidentes.

- Comunicar imediatamente ao superior imediato e aos companheiros de equipe qualquer acidente, mesmo insignificante, ocorrido consigo próprio, com colegas ou terceiros, para que sejam tomadas as providências cabíveis.
- Avisar a seu superior imediato quando, por motivo de saúde, não estiver em condições de executar o serviço para o qual tenha sido designado.
- Observar a proibição da realização de procedimentos que possam gerar riscos de segurança.
- Evitar a ingestão de bebidas alcoólicas ou o uso de drogas antes do início, nos intervalos ou durante a jornada de trabalho.
- Evitar brincadeiras em serviço.
- Não usar adornos pessoais nos trabalhos com instalações elétricas ou em suas proximidades, tais como anéis, brincos, pulseiras, colar, piercings, óculos com armação de metal etc.
- Não portar armas. Exceto os funcionários autorizados pela administração da empresa em função das atividades que exercem.
- Não usar aparelhos sonoros.

Acompanhantes

O funcionário encarregado de conduzir os visitantes pelas instalações da empresa deverá:

- Dar-lhes conhecimento das normas de segurança;
- Fazer com que se mantenham próximos de quem os conduz;
- Alertá-los quanto à distância adequada que devem manter dos equipamentos, sem tocá-los;
- Fornecer-lhes EPIs aplicáveis (capacetes, protetores auriculares e outros que se façam necessários, conforme as circunstâncias).

As responsabilidades são solidárias, isto é, todos os mencionados poderão responder juridicamente pelo não-cumprimento, de acordo com os artigos desta Norma.

recapitulando

Neste capítulo conhecemos as responsabilidades em relação à segurança do trabalho de todos envolvidos na empresa.

4.6 CONDIÇÕES OU SITUAÇÕES DE RISCO GRAVE E IMINENTE

Na ocorrência do não cumprimento das normas constantes na NR 10, a Auditoria Fiscal do Trabalho adotará as medidas estabelecidas na NR 03.

Fica dispensado o uso da metodologia prevista na NR 03 para a imposição de medida de embargo ou interdição quando constatadas as seguintes condições ou situações de Grave e Iminente Risco (GIR):

- a) ausência de medidas de proteção coletiva em instalações elétricas de áreas classificadas ou sujeitas a risco acentuado de incêndio ou explosões como previsto nesta NR;
- b) não adoção de procedimentos apropriados para a desenergização e reenergização, conforme preconizado na NR 10, das instalações elétricas, desobedecendo à estudada na Unidade de Estudo 3;
- c) realização de serviço em eletricidade por trabalhador que não atenda aos requisitos estabelecidos na NR 10 (qualificação, habilitação, capacitação e autorização);
- d) realização de serviços em eletricidade, executados individualmente, em desacordo com a NR 10;
- e) não realização de ensaios e testes de isolamento elétrica em equipamentos, ferramentas, dispositivos isolantes, equipamentos de proteção individual e coletivo, em desacordo com a NR10.

Lembrando que, quando estiver em condições ou situações de grave e iminente risco, o trabalhador poderá fazer uso do direito de recusa, previsto na legislação trabalhista, sem que isto lhe cause qualquer ônus.

recapitulando

Neste capítulo vimos as condições ou situações consideradas como de grave e iminente risco.

5. PRIMEIROS SOCORROS

Em situações que exigem prestação de primeiros- socorros, é fundamental manter a calma, tranquilizando a vítima e adotar todos os procedimentos possíveis no local do acidente.

Recursos médicos ou pré-hospitalares devem ser acionados de imediato, garantindo o atendimento adequado em caso de lesões graves e/ou problemas de insuficiência respiratória. O socorrista deve estar ciente de que seus cuidados não substituem os do médico.

Em caso de choque elétrico há urgência de prestar primeiros socorros, pois a rapidez na adoção das providências pode salvar uma vida, por exemplo: em cerca de três minutos, não recebendo oxigênio suficiente, o cérebro começa a sofrer lesões. Uma hemorragia não controlada pode causar parada cardíaca, e disso podem também derivar danos à vítima.

Prestar os primeiros socorros é uma atitude humana que requer coragem, além de exigir o conhecimento das técnicas adequadas capazes de auxiliar em uma emergência. O socorro imediato evita que um simples ferimento se agrave, que uma fratura sem gravidade se complique ou que a perda de consciência acabe resultando na morte do acidentado.

Então lembre-se, no caso de acidentes com eletricidade, a rapidez no atendimento é essencial para salvar a vítima, garantindo que os efeitos da passagem da corrente elétrica pelo organismo humano não ocasionem seu falecimento imediato.

Para isso, no próximo capítulo serão abordados conteúdos sobre os procedimentos para prestar primeiros socorros.

5.1 PROCEDIMENTOS PARA PRESTAR OS PRIMEIROS SOCORROS

No atendimento às vítimas de um acidente, o socorrista deve ser capaz de identificar e priorizar os casos de maior gravidade procedendo ao seu exame físico e verificando os sinais vitais (análise primária) e os sinais de apoio (análise secundária).

O conhecimento e a aplicação dos primeiros socorros têm como objetivo fundamental salvar vidas. Quando uma pessoa não tiver condições emocionais para prestar socorro direto à vítima, deve procurar alguém que auxilie no atendimento e, em seguida, acionar os serviços especializados: Médicos e Ambulâncias (fone 192), Polícia (fone 190) e Bombeiros (fone 193). É importante não deixar um acidentado sem uma palavra de apoio e um gesto de solidariedade, procurando adotar os procedimentos cabíveis.

Os primeiros socorros são, necessariamente, medidas urgentes. O conhecimento de procedimentos básicos pode ser muito importante para evitar consequências maiores para acidentados de ocorrência comum no cotidiano.

Uma pessoa treinada está habilitada para socorrer uma vítima de acidente, desde que conheça e domine os princípios básicos de primeiros socorros e as técnicas de atendimento, fundamentais para controlar e prevenir o agravamento da situação.

5.1.1 Procedimentos básicos a serem adotados em um atendimento emergencial

Primeiramente, não entrar em contato com as secreções corpóreas da vítima. Usar sempre os EPIs e verificar se o local do acidente está seguro. Sem esses cuidados, o socorrista poderá ser a próxima vítima.

5.1.1.1 Manter-se calmo e inspirar confiança ao acidentado

O socorrista deve se manter calmo e conduzir o atendimento com serenidade, compreensão e segurança. A primeira providência, portanto, é controlar a si mesmo.

Um problema bastante delicado que precisa ser enfrentado durante o socorro é manter a vítima informada a respeito do que está ocorrendo.

Manter-se em silêncio pode aumentar seu medo e sua ansiedade, mas falar em demasia pode alarmá-la e causar desespero. Um tom de voz tranquilo e seguro dá à vítima o conforto de saber que está em boas mãos.

A eficiência e a qualidade do primeiro atendimento dependem muito de quem o realiza.

Embora toda pessoa treinada seja capaz de prestar os primeiros socorros, o socorrista deve ter desenvolvido as seguintes habilidades: autocontrole (calma, tolerância e paciência), iniciativa, liderança e capacidade de improvisação, além de ter conhecimento para realizar avaliação técnica, que compreende avaliar o estado geral da vítima e verificar os sinais vitais e de apoio: nível de consciência, respiração, pulso e dor.

5.1.1.2 Definir prioridades no atendimento e selecionar técnicas de socorro

Quando houver mais de uma vítima envolvida no acidente, o socorrista deve fazer uma avaliação geral do estado delas e proceder a uma triagem, atendendo em primeiro lugar os casos mais graves que, do ponto de vista dos primeiros socorros, são:

- parada cardíaca, obstrução das vias aéreas e parada respiratória;
- hemorragias graves e estado de choque;
- traumatismo craniano, ferimentos abertos no tórax e no abdome;
- queimaduras, intoxicações, fraturas, luxações e torções.

Devem ser priorizados a desobstrução das vias aéreas, o restabelecimento e a manutenção da respiração e o restabelecimento e a manutenção da circulação.

Antes de adotar qualquer procedimento, o socorrista deve avaliar o estado geral da vítima e efetuar a técnica específica para o contexto de atendimento.

Algumas técnicas são válidas para aplicação em todos os casos:

- se a vítima manifestar sentir sede, umedecer seus lábios com gaze. Não oferecer líquidos até a avaliação médica;
- manter a vítima deitada;
- manter a respiração da vítima sob controle;
- evitar perda de sangue;
- evitar virar, empurrar ou puxar o acidentado para não agravar lesões ósseas;
- não retirar do corpo objetos penetrantes, como vidros.

Estado de choque:

Desordem do sistema circulatório. Sinais:

- pele fria e pegajosa;
- suor na testa e mãos;
- face pálida;
- sensação de frio e tremores;
- náuseas e vômitos;
- respiração curta, rápida e irregular;
- sede;
- agitação e confusão mental;
- visão nublada;
- pulso fraco e rápido;
- inconsciência total ou parcial.

5.1.1.3 Solicitação imediata de socorro especializado

Logo após a ocorrência do acidente, deve-se pedir ajuda à Polícia Militar, ao Corpo de Bombeiros ou ao Pronto Socorro. Estes serviços são especializados no atendimento das emergências e podem adotar os procedimentos necessários.

A demora no pedido de socorro pode comprometer o salvamento de uma vida e mesmo que a vítima aparente estar em bom estado, ela deve ser encaminhada para que seja examinada por um profissional da Saúde, pois só um exame detalhado poderá definir seu estado físico e psíquico.

Na prestação dos primeiros socorros devem ser utilizados materiais e instrumentos que facilitem a realização dos procedimentos necessários e impeçam o agravamento do estado da vítima. É aconselhável ter uma caixa de primeiros socorros contendo alguns itens essenciais ao atendimento.

Segundo a legislação sobre o ato de prestar os primeiros socorros, tanto no Código Penal quanto no Código de Trânsito brasileiro existem artigos específicos sobre o ato de prestar os primeiros socorros.

O Código Penal afirma que todo indivíduo tem o dever de ajudar um acidentado ou chamar o serviço especializado para atendê-lo. A omissão de socorro constitui crime, conforme previsto e caracterizado no artigo 135:

“Deixar de prestar assistência, quando possível fazê-lo sem risco pessoal, à criança abandonada ou extraviada, ou à pessoa inválida ferida, ao desamparo ou em grave e iminente perigo; ou pedir, nesses casos, o socorro da autoridade pública”.

Pena – detenção de 1 (um) a 6 (seis) meses, ou multa.

Parágrafo único – A pena é aumentada de metade se a omissão resulta em lesão corporal ou de natureza grave, e triplicada se resulta a morte.

5.2 AVALIAÇÃO DA VÍTIMA

A avaliação da vítima tem como objetivo identificar e corrigir problemas que possam ameaçar a vida do trabalhador de imediato ou que possam, posteriormente, agravar sua saúde e integridade física. Por isso, a avaliação é realizada em duas etapas: exame primário e secundário.



*Como saber qual o estado de uma vítima para prestar o socorro adequado?
Realizando uma avaliação e definindo prioridades no atendimento à vítima.*

5.2.1 Exame primário ou Avaliação inicial

Este processo se constitui em uma avaliação mneumônica, conhecida como CAB do traumatizado.

C – (Circulation): Circulação com o controle de hemorragias.

A – (Airway): Vias aéreas e controle da coluna cervical.

B – (Breathing): Respiração e ventilação.

Ao avaliar o acidentado devemos seguir uma ordem de prioridade: primeiramente verificar se a vítima está consciente; caso não haja resposta, ou respiração em gaspin.



Respiração em gaspin: movimentos inadequados de ventilação devido a desobstrução insuficiente das vias aéreas. Respiração agônica, ineficaz, isto é o ar fica restrito a cavidade oral.

C – Circulação com controle de hemorragia

A presença de hemorragia deve ser imediatamente controlada com compressão local. Grandes hemorragias devem ser contidas.

Alguns parâmetros são fundamentais na avaliação inicial e suspeita do choque hemorrágico:

- sangramento ativo visível intenso;
- estado da pele: fria, úmida, pálida e com extremidades arroxeadas;
- sensação de sede intensa;
- nível de consciência alterado.

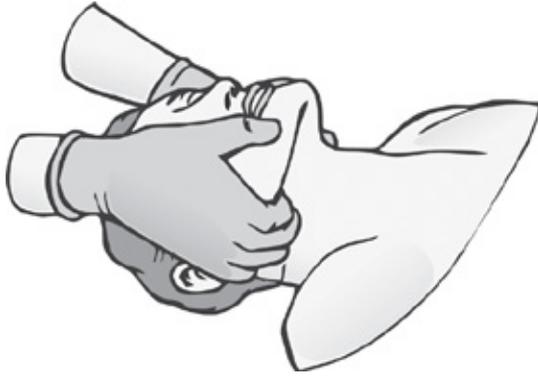
Diante de uma vítima sem sinais de circulação, é necessário iniciar imediatamente os procedimentos de Ressuscitação Cardiopulmonar; Iniciar compressões torácicas; Providenciar desfibrilador. Este conteúdo será explorado com maior propriedade no próximo capítulo, desta Unidade de Estudo.

A – Vias aéreas e controle da coluna cervical

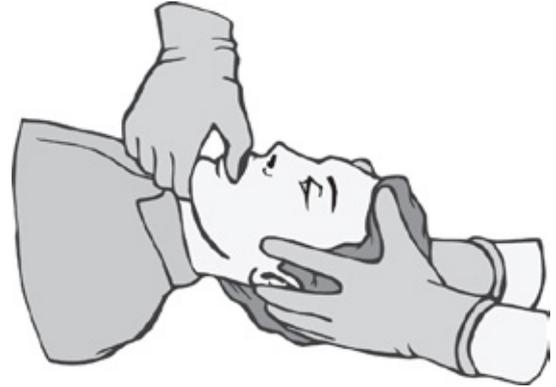
A prioridade é assegurar que as vias aéreas estejam desobstruídas, manter a oxigenação e a imobilização da coluna cervical.

Observa-se se a vítima está consciente e respirando e se a respiração é normal ou forçada. Caso esteja inconsciente, iniciar as manobras de liberação de vias aéreas da vítima.

- Procedimentos para a desobstrução das vias aéreas:
- Aproximar-se do trabalhador acidentado, garantindo o controle cervical.
- Proceder à elevação do Mento (queixo) com os dedos posicionados sob a mandíbula. Após, fazer a tração da mandíbula, deslocando-a para a frente. Caso haja sangue, restos alimentares ou, ainda, peças dentárias na cavidade oral, eles devem ser retirados.



Tração de mandíbula - um socorrista



Elevação do queixo - dois socorristas

B - Respiração e ventilação

A liberação das vias aéreas apenas garante à vítima a permeabilidade de suas vias aéreas, mas não significa que sua respiração seja a adequada. Sendo assim, torna-se fundamental a avaliação das condições ventilatórias da vítima, que poderá ser diagnosticada da seguinte maneira:

- Observar as excursões torácicas, procurando movimentos simétricos de inspiração e expiração. A assimetria sugere fraturas ou tórax flácido.
- Frequência respiratória elevada pode indicar dispnéia (falta de ar).

5.2.2 Exame secundário ou Avaliação dirigida

Trata-se, aqui, da avaliação completa da vítima, que é feita da cabeça aos pés, identificando contusões, ferimentos, hematomas e/ou fraturas. Esta etapa do atendimento visa obter os componentes necessários para que o socorrista possa tomar a decisão correta sobre os cuidados merecidos pela vítima. O prestador de socorro deve informar ao Serviço Médico de Emergência (SME) as lesões encontradas no trabalhador acidentado.

Depois de realizar o dimensionamento da cena da ocorrência e a avaliação inicial da vítima, o prestador de socorro deve informar à equipe do SME, quando de sua chegada, a história do acidente ou mal súbito ocorrido, as condições iniciais da vítima e a conduta de socorro aplicada, para que possam dar continuidade ao atendimento e proporcionar o transporte adequado.



O Exame secundário ou Avaliação dirigida é efetuado por um profissional de emergência qualificado e capacitado.

FIQUE ALERTA

Manobras de cunho heróico e de grandes riscos só servem para aumentar as possibilidades de outros graves acidentes.

recapitulando

Neste capítulo você compreendeu como são avaliados as vítimas para que seja efetuado os primeiros socorros.

5.3 PROCEDIMENTOS PARA RESSUSCITAÇÃO EM CASO DE PARADA CARDIORRESPIRATÓRIA (PCR)

A máxima corrente elétrica que uma pessoa pode tolerar ao segurar um eletrodo, segundo determinações experimentais em corrente alternada de 50/60 Hz, são valores de 6 a 14 mA em mulheres e 9 a 23 mA em homens. Correntes superiores a estas podem causar uma parada respiratória, contração de músculos ligados à respiração ou paralisia dos centros nervosos que comandam a função respiratória. Se a corrente permanecer, o indivíduo perderá a consciência e morrerá sufocado.

A rapidez na aplicação da respiração artificial e o tempo no qual ela é realizada podem evitar asfixia da vítima ou lesões irreversíveis nos tecidos cerebrais. É fundamental que o socorrista conheça as técnicas de respiração artificial e de massagem cardíaca, pois a ocorrência de parada respiratória e cardíaca é simultânea e exige socorro imediato, muitas vezes não podendo aguardar a chegada de socorro especializado.

Os principais sinais de parada cardiorrespiratória são:

- inconsciência, ausência de responsividade;
- ausência de movimentos respiratórios; e
- ausência de pulso.

5.3.1 Principais causas

Uma parada cardiorrespiratória tem como causa, principalmente:

- obstruções das vias aéreas;
- afogamentos;
- choque elétrico;
- inalação de fumaça;

- trauma;
- overdose de drogas;
- distúrbios cardíacos; e
- distúrbios neurológicos.

5.3.1 Principais causas

Com base nas Novas Diretrizes RCP 2010 AHA, publicadas por National Safety Council em 19 de outubro de 2010, a Ressuscitação Cardiopulmonar (RCP), está mais simples. Os passos para este procedimento foram reduzidos de 5 para 3, são eles:



Compressões
Comprima rápido e com força o centro do peito da vítima



Abertura das vias aéreas
Recline a cabeça para trás e erga o queixo da vítima



Respiração
Aplique insuflações boca a boca.

Passo 1: Avaliação



O prestador de socorro aproxima-se da vítima, avalia rapidamente a segurança do local e, então, deve avaliar a responsividade da vítima tocando seus ombros e perguntando simultaneamente – Está tudo bem, você pode me ouvir? Se a vítima não tiver resposta ou reação, considera-se que está irresponsiva.

Depois de repetir duas ou três vezes a pergunta, deve proceder os passos a seguir descritos.

Passo 2: Acionamento do Serviço Médico de Emergência – SME

Se o socorrista estiver sozinho, deverá acionar o Serviço Médico de Emergência e solicitar um Desfibrilador Externo Automático (DEA), retornando logo ao local onde a vítima se encontra. Se houver outro socorrista no local, poderá pedir que ele acione o SME e providencie um DEA enquanto inicia o socorro.

C - Circulação

Passo 3: Início dos ciclos de 30 compressões torácicas e 2 ventilações



A fase mais importante da RCP são as compressões torácicas, que mantêm o fluxo de sangue para o coração, para o cérebro e os outros órgãos vitais:

- posicionar-se ao lado da vítima e certificar-se de que está deitada de costas, sobre uma superfície plana e rígida;
- caso a vítima esteja virada, girá-la cuidadosamente;
- afastar ou remover as roupas que cobrem o tórax da vítima;
- posicionar a palma de uma das mãos no centro do peito, entre os mamilos;
- pôr a outra mão sobreposta à primeira e esticar os braços, mantendo os ombros na linha das mãos (braços a 90° com o peito);
- fazer a compressão rápida e forte. Pressionar 5 cm a cada compressão. Ao final de cada compressão, assegurar-se de que houve o retorno total do tórax (reexpansão total);
- aplicar compressões de modo suave, na frequência de no mínimo 100 por minuto, intercalando com 2 ventilações a cada 30 compressões aplicadas;
- o prestador de socorro deve aplicar as compressões intercaladas com ventilações até que a vítima comece a se movimentar ou tossir e, em último caso, até que os profissionais do SME assumam o atendimento.

Permitir que o tórax retorne completamente para a posição de repouso após cada compressão.

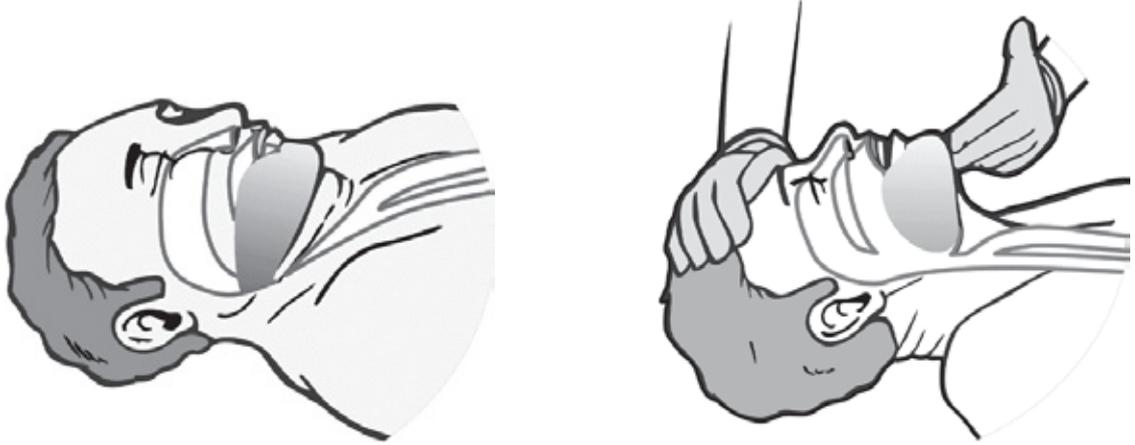
A frequência de 100 compressões refere-se à velocidade das compressões, e não ao número real de compressões aplicadas em um minuto. O número real de compressões torácicas aplicadas em um minuto é determinado pela frequência de compressões e pelo tempo que o socorrista leva para aplicá-las.

O socorrista deve minimizar ao máximo o número e o tempo de interrupções nas compressões torácicas, evitando períodos maiores de 10 segundos para as pausas necessárias.

A - Abertura das vias aéreas

Passo 4: Abertura das vias aéreas e Avaliação da respiração

Para realizar a manobra de inclinação da cabeça e elevação do queixo, o socorrista deve seguir este procedimento:



- pôr uma das mãos sobre a testa da vítima e empurrar, inclinado-a para trás;
- simultaneamente, fixar a ponta de dois dedos da mão oposta na parte óssea da mandíbula na região do queixo.

Ao fazê-lo, deverá ter os seguintes cuidados:

- evitar a pressão profunda nos tecidos moles abaixo do queixo, pois poderá obstruir as vias aéreas;
- não usar o polegar para elevar o queixo;
- não fechar completamente a boca da vítima.

B - Respiração

Passo 5: Aplicação de duas ventilações de resgate

Se a vítima não estiver respirando adequadamente, o socorrista usará um dispositivo de barreira e aplicará duas ventilações (cada uma por 1 segundo) enquanto observa se o tórax da vítima se eleva.

Ventilação Boca Barreira Plástica:

As ventilações de resgate podem ser feitas de duas formas:



- Manter as vias aéreas da vítima abertas, utilizando a manobra de elevação da mandíbula.
- Comprimir as narinas com o polegar e o indicador, posicionando o restante da mão na testa da vítima.
- Se a ventilação de escolha for Boca-Barreira, executar as mesmas manobras conforme técnica de Boca-Boca.

- Respirar normalmente, isto é, não respirar profundamente, e selar os lábios ao redor da boca da vítima, fechando-a hermeticamente.
- Aplicar 1 ventilação (soprar por 1 segundo).
- Observar a elevação do tórax à medida que aplica a ventilação.
- Se o tórax não se elevar, repetir a manobra de abertura de vias aéreas.
- Aplicar uma segunda ventilação e observar a elevação do tórax.

Ventilação Boca-Máscara:

As máscaras geralmente têm válvulas unidirecionais que desviam o ar exalado, afastando-o do prestador de socorro.



- Posicionar-se ao lado da vítima.
- Ajustar a máscara contra a face da vítima usando a mão que está mais próxima da parte mais alta da cabeça.
- Colocar o dedo indicador e o polegar ao longo do bordo da máscara.
- Posicionar o polegar da outra mão na margem inferior da máscara.
- Posicionar os outros dedos da mão que está mais próxima do pescoço da vítima ao longo da margem óssea da mandíbula e elevá-la.
- Aplicar 1 ventilação (soprar por 1 segundo).
- Observar a elevação do tórax à medida que aplica a ventilação.
- Se o tórax não se elevar, repetir a manobra de abertura de vias aéreas.
- Aplicar uma segunda ventilação e observar a elevação do tórax.

Se o socorrista aplicar ventilações muito rápidas, ou se o fizer com muita força, o ar provavelmente se direcionará para o estômago, ao invés de ir para os pulmões, e a manobra poderá causar distensão gástrica.

Para prevenir a distensão gástrica, o socorrista deve levar 1 segundo para aplicar cada ventilação e fornecer uma quantidade de ar suficiente para conseguir elevar o tórax da vítima.

Desfibrilação

Este procedimento estará disponível na chegada do SME, que irá operá-lo caso necessário.

**FIQUE
ALERTA**

Lembre-se, somente o profissional médico pode declarar legalmente que uma pessoa está morta.

Estar preparado para o enfrentamento de uma situação grave é primordial. A parada cardiorrespiratória caracteriza a situação de maior complexidade e gravidade nesses casos.

Uma situação de parada cardiorrespiratória pode exigir esforço físico intenso e, sobretudo, técnicas apropriadas nos procedimentos. Portanto, é de extrema importância que os resgatistas envolvidos estejam aptos a realizar manobras básicas de Ressuscitação Cardiopulmonar (RCP) até a chegada de uma equipe médica especializada.

recapitulando

Neste capítulo aprendemos os procedimentos para atender vítimas com parada cardiorrespiratória.

5.4 COMO PRESTAR OS PRIMEIROS SOCORROS A UMA VÍTIMA DE CHOQUE ELÉTRICO

Acidentes com eletricidade exigem agilidade no atendimento à vítima, pois os primeiros três minutos após o choque são vitais para o acidentado.

Recomendações importantes devem ser consideradas para garantir a segurança de quem presta socorro e, também, da pessoa que está sendo atendida. São elas:



- Providenciar socorro médico imediato.
- Não tocar na vítima sem interromper o contato com a corrente elétrica, desligando a eletricidade na chave geral. Se não for possível desligar a chave geral, remover o fio ou afastar a vítima com a ajuda de material seco não-condutor de energia (madeira, cabo de vassoura de madeira, jornal dobrado, cano plástico ou corda). Se for um problema na rede elétrica externa, chamar imediatamente a concessionária responsável.
- Se as roupas da vítima estiverem em chamas, deitá-la no chão e cobri-la com tecido bem grosso para abafar o fogo, iniciando sempre pela cabeça. Pode-se, ainda, fazer com que ela role no chão.
- Desobstruir o canal respiratório, colocando uma das mãos sob o queixo da vítima e a outra na testa, inclinando sua cabeça para trás.
- Verificar se há parada cardiorrespiratória, por meio da avaliação dos sinais vitais: em caso positivo, deitar a vítima de costas, abrir sua boca, posicionar sua cabeça e remover aquilo que está obstruindo as vias aéreas. Logo a seguir, iniciar a respiração artificial e massagem cardíaca para reanimá-la.
- Controlar uma possível hemorragia.
- Localizar as partes do corpo comprometidas e resfriar somente com água corrente na

temperatura ambiente em queimaduras de pequenas proporções, ou com pano umedecido quando forem de maiores proporções. É recomendado que não se aplique manteiga, gelo, pomadas e creme dental nos ferimentos. Proteger as áreas de queimaduras cobrindo as lesões com um lençol limpo; entretanto, o lençol não poderá aderir à pele, pois poderá ocorrer contaminação e dor.

- Remover imediatamente a vítima para um hospital, observando os movimentos respiratórios e os batimentos cardíacos. Carregar a vítima tomando muito cuidado para não complicar eventuais lesões, principalmente na coluna vertebral. Caso haja suspeita de lesão de coluna, não remover a vítima.

5.5 FATORES QUE DETERMINAM A GRAVIDADE DO CHOQUE ELÉTRICO

Fatores como trajetória da corrente elétrica, tempo de contato com a corrente elétrica e intensidade da corrente determinam a gravidade do choque.

5.5.1 Trajeto da corrente elétricas

O trajeto da corrente elétrica no corpo humano, que funciona como um condutor de eletricidade, tem grande influência na gravidade do choque elétrico.

Se uma corrente de intensidade elevada circula de uma perna para outra da vítima (Tensão de Passo), pode resultar somente em queimaduras locais, sem outras lesões mais sérias. No entanto, se a mesma intensidade de corrente circula de um braço para outro (Tensão de Toque), pode levar à paralisia da musculatura respiratória e à decorrente parada respiratória, e há também possibilidade de levar a uma fibrilação ventricular, que é um tipo de parada cardíaca.



Fibrilação ventricular – Movimento descoordenado do coração (disritmia), causando a perda da capacidade de bombear o sangue (arritmia). É um fenômeno gravíssimo, pois é irreversível naturalmente, requerendo a utilização de um desfibriladorelétrico para a reanimação da vítima.

5.5.2 Tempo de contato com a corrente elétrica

O tempo de contato com a corrente é outro fator determinante na gravidade dos acidentes causados por choque elétrico. Determinadas intensidades de corrente que circulam pelo corpo produzem contrações musculares que levam à asfixia e à fibrilação ventricular. Estimam-se dois minutos de contato para que as contrações musculares levem à asfixia, e em 0,25 segundos para produzir fibrilação do coração.

Quando a corrente elétrica alternada passa pelo coração, as camadas dos tecidos respondem, vibrando de maneira distinta, provocando um batimento cardíaco distorcido. Este estado caótico de polarização é irreversível sem o uso do desfibrilador, levando à perda total do sincronismo

das contrações (disritmia cardíaca). Devido à heterogeneidade dos tecidos da parede do coração, todos os mamíferos e animais superiores sofrem o efeito da fibrilação ventricular em consequência do choque elétrico.

5.5.3 Intensidade da corrente elétrica

A intensidade da corrente constitui um fator importante na determinação da gravidade do choque elétrico:

- 10 mA – intensidade de corrente elétrica a partir da qual a vítima não consegue se livrar do ponto energizado com que está em contato;
- 30 mA – intensidade de corrente elétrica a partir da qual a vítima estará sujeita a efeitos graves, como parada cardiorrespiratória e fibrilação ventricular.



Para choques com correntes de grande intensidade, os efeitos mais graves são as queimaduras; para correntes de baixa intensidade, o maior perigo é a fibrilação ventricular.

recapitulando

Neste capítulo aprendemos como prestar primeiros socorros a vítimas de choque elétrico

5.6 TETANIZAÇÃO

A tetanização é um fenômeno decorrente da contração muscular produzida por um impulso elétrico. Sob a ação de um estímulo, devido à aplicação de uma diferença de potencial elétrico a uma fibra nervosa, o músculo se contrai para, em seguida, retornar ao estado de repouso.

Se ao primeiro estímulo se seguir um segundo antes que o repouso seja atingido, os dois efeitos poderão se somar. Quando a frequência dos estímulos ultrapassar um certo limite, o músculo será levado à contração completa e permanecerá nessa condição até que cessem os estímulos, após o que, lentamente, retornará ao estado de repouso.

Uma pessoa em contato com alguma massa sob tensão poderá ficar 'agarrada' a ela durante o tempo em que perdurar a diferença de potencial. Dependendo da duração, ela pode ser levada à inconsciência e até à morte.

5.7 FIBRILAÇÃO VENTRICULAR

A fibrilação ventricular é o fenômeno fisiológico mais grave que pode ocorrer quando há passagem de corrente elétrica pelo corpo humano.

Uma corrente elétrica de origem externa, muitas vezes maior do que a corrente biológica, so-

brepõe-se à atividade elétrica fisiológica normal fazendo com que as fibras do coração passem a receber sinais elétricos excessivos e irregulares. As fibras ventriculares ficam super estimuladas e passam a se contrair de maneira caótica, uma independente da outra. Quando cessa a atividade cardíaca, em cerca de 3 min ocorrem lesões irreparáveis no músculo cardíaco e no tecido cerebral.

Quando uma pessoa recebe uma descarga elétrica, se o coração entrar em fibrilação ventricular, ela entrará em parada cardíaca. Nesse tipo de ocorrência, os sintomas externos básicos são:

- desfalecimento;
- palidez;
- não há pulso;
- dentro de 30 a 45 segundos a pupila começa a se dilatar.

As causas da fibrilação ventricular:

- choque elétrico;
- choque térmico;
- afogamento;
- trauma torácico;
- hipotermia artificial (temperatura menor que 28°C);
- drogas.

5.8 QUEIMADURAS

A passagem da corrente elétrica pelo corpo humano desenvolve calor (Efeito Joule), podendo produzir queimaduras principalmente nos pontos de entrada e saída da corrente. A resistência elétrica da pele é maior que a dos tecidos internos. Se as áreas de contato forem pequenas, gerando maior densidade de corrente, ocorrerão queimaduras que serão mais graves quanto maior for a densidade de corrente e quanto mais longo for o tempo no qual a corrente está passando pelo corpo.

As lesões ocorrem quando a pele entra em contato com temperaturas extremas e substâncias químicas corrosivas. O grau de lesão varia de acordo com o agente causador da queimadura e a intensidade e extensão de pele atingida: quanto maior a área, mais grave será o caso.

5.8.1 Classificação das queimaduras

a) Quanto aos agentes causadores de queimaduras

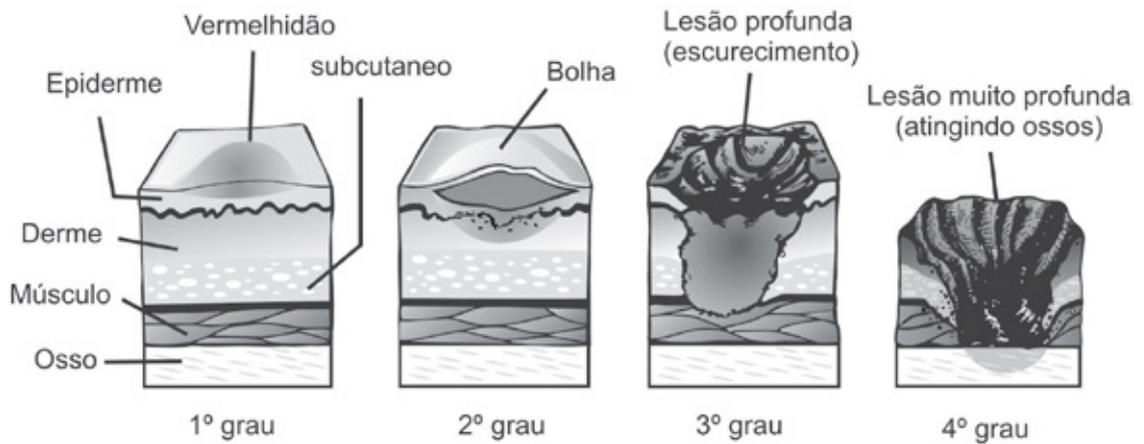
Os agentes causadores de queimaduras são classificados em físicos ou térmicos (eletricidade, raio solar, fogo, vapor); e químicos (ácido ou base forte).

As queimaduras podem ser classificadas, também, quanto a intensidade e gravidade de sua ocorrência.

b) Quanto a intensidade das queimaduras

De acordo com a profundidade das lesões dos tecidos, as queimaduras são classificadas em:

- 1º grau – atingem somente a epiderme, causando dor e vermelhidão local, sem bolhas;
- 2º grau – apresentam vermelhidão e formação de bolhas d'água (flictenas) dolorosas;
- 3º grau – atingem camadas profundas da pele, ocasionando a destruição das terminações nervosas e sensitivas do tecido;
- 4º grau – atingem todas as camadas da pele, chegando até os ossos (carbonização).

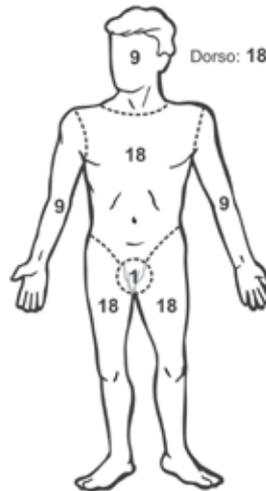


c) Quanto a gravidade da queimadura em relação à extensão

O socorrista pode avaliar a relação gravidade-extensão utilizando a regra dos nove, bastante útil e de fácil memorização, cujos valores são definidos em porcentagem (%) da superfície corporal de acordo com a seguinte especificação:

ADULTO:

- cabeça – 9%
- Membro superior – 9% cada
- Tronco (dorso) – 18%
- Tronco (frente) – 18%
- Membro inferior – 18% cada
- Região genital – 1%



A extensão e a gravidade de uma queimadura determinam o procedimento a ser adotado pelo socorrista. O risco de vida está mais relacionado com a extensão do que com a profundidade.

- Pequena queimadura – menos de 10% da área corpórea.
- Média queimadura – entre 10 e 20% da área corpórea.
- Grande queimadura – mais de 20% da área corpórea.

As queimaduras consideradas graves são as queimaduras em períneo, as com mais de 10% da área corpórea e com lesão das vias aéreas.

A conduta mais adequada em caso de queimaduras é a de prevenir o estado de choque, evitar infecções na área queimada, controlar a dor e hidratar a área afetada (1º e 2º graus).

5.8.2 Consequências dos acidentes com queimadura

Os acidentes com queimaduras de 1º e 2º graus de grande extensão ou de 4º grau têm as seguintes consequências:

- Estado de choque – a necrose de vasta área de tecido impede a circulação sanguínea;
- Septicemia – a área queimada é atingida por microorganismos e tem início um violento processo infeccioso. Este é um efeito tardio.

Procedimentos a serem adotados

Os procedimentos de primeiros socorros a serem adotados nos casos de queimaduras diferem em relação à extensão da queimadura e em relação a ser térmica ou química.

a) Queimaduras de pequena extensão

Em queimaduras de pequena extensão deve-se:

- lavar o local com água corrente, de preferência na temperatura ambiente, por 2 a 5 minutos;
- não aplicar iodo, mercúrio ou pomada no local do ferimento, para não encobrir a lesão.

b) Queimaduras térmicas

Em queimaduras térmicas, o socorrista deve proceder da seguinte forma:

- apagar o fogo da vítima com água, rolando-a no chão ou cobrindo-a com um cobertor na direção da cabeça aos pés;
- verificar as vias aéreas, a respiração, a circulação e nível de consciência, com especial atenção para as vias aéreas em vítimas queimadas na face;
- retirar as roupas não aderidas, recortando-as, se necessário, para manter a integridade da pele lesada (não forçar a retirada);
- retirar pulseiras, anéis e relógios do corpo da vítima;
- estabelecer a extensão e a profundidade das queimaduras;
- quando a queimadura for de 1º ou 2º grau, banhar o local com água fria ou soro fisiológico;
- não aplicar iodo, mercúrio ou pomada no local do ferimento, não furar bolhas e tomar cuidado com a infecção;
- cobrir as regiões queimadas com plástico estéril ou papel alumínio;
- Se as queimaduras atingirem os olhos da vítima, cobrir com gaze embebida em soro.

c) Queimaduras químicas

Em queimaduras químicas, o socorrista focará sua atenção em:

- verificar as vias aéreas, a respiração, a circulação e o nível de consciência da vítima e evitar o estado de choque;
- retirar as roupas da vítima;
- lavar com água ou soro, sem pressão ou fricção;
- identificar o agente químico:
 - Ácido: lavar por 20 min;
 - Álcali (base forte): lavar por 15 min;
 - Álcali seco (exemplo: soda cáustica): não lavar. O uso da água potencializa a queimadura, pois o álcali reage com a água, liberando grande quantidade de calor. Retirar manualmente.

d) Queimaduras de grande extensão

Em queimaduras de grande extensão, a pessoa que procede aos primeiros socorros deve:

- prevenir o estado de choque, pois este estado é uma das consequências comuns nos casos de grandes queimaduras, e o socorrista deve acomodar a vítima com os membros inferiores elevados em relação ao tronco;
- controlar a dor de acordo com a área atingida. A dor associada a uma queimadura de 2o grau é insuportável, e por isso a vítima precisará de ajuda hospitalar;
- evitar a contaminação. Se houver formação de bolhas, o socorrista não deve irritá-las nem furá-las, pois ao rompê-las deixam uma ferida aberta, sujeita aos ataques de microorganismos;
- manter a vítima aquecida e com as pernas elevadas;
- verificar os sinais vitais e, no caso de parada cardiorrespiratória, aplicar o método de reanimação mais adequado.
- Encaminhar a vítima ao hospital.

Nos acidentes provocados por choque elétrico há em geral duas feridas cutâneas: uma na entrada e outra na saída da corrente. Embora pareçam pequenas, uma quantidade considerável de tecido abaixo das feridas é destruída. Nestes casos, os procedimentos a serem adotados são os mesmos que para outros tipos de queimadura.

Quando o choque ocasiona a paralisação da respiração, em virtude da contração dos músculos respiratórios, o socorrista deve efetuar as manobras de respiração, promovendo a reanimação cardiorrespiratória.

**FIQUE
ALERTA**

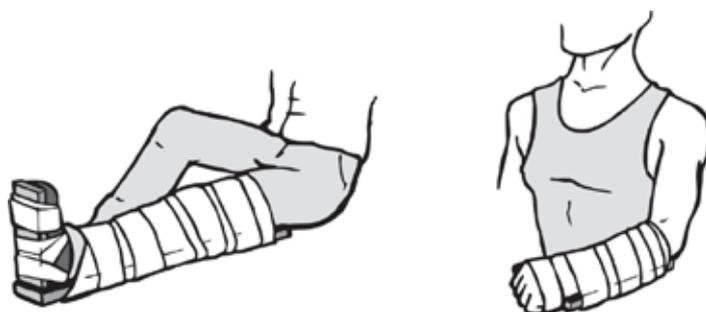
O socorrista deve adotar todos os procedimentos ao seu alcance, mas seus cuidados não substituem os do médico.

5.9 LESÕES PROVOCADAS POR RISCOS ADICIONAIS

Neste capítulo descrevem-se as possíveis lesões traumato-ortopédicas decorrentes de acidentes ocasionados por riscos acidentais (quedas), apontando também os procedimentos mais adequados às pessoas que prestarão os primeiros socorros às vítimas.

5.9.1 Entorse

Na lesão de entorse há distensão dos ligamentos articulares, ocasionando a separação momentânea das superfícies ósseas da articulação e provocando edema e dor local, que se acentua com a movimentação.



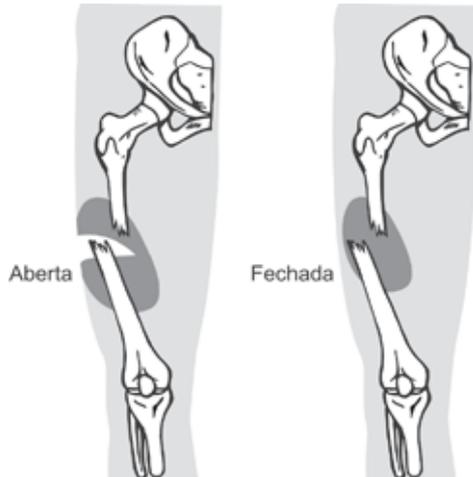
Os procedimentos em caso de lesão articular (entorses, luxações e contusões) são os seguintes:

- evitar movimentar a articulação afetada;
- imobilizar segurando nas extremidades distal e proximal da lesão, sem forçar, alinhando na forma anatômica;
- não massagear ou friccionar o local afetado;
- aplicar bolsa de gelo sobre o local, a fim de reduzir a dor;
- colocar a vítima deitada ou sentada em posição confortável;
- aplicar frio intenso no local com bolsa de gelo ou compressas frias úmidas nas primeiras 24 horas;
- imobilizar a região afetada com talas e faixas ou panos para impedir os movimentos e, assim, diminuir a dor;
- encaminhar a vítima ao serviço médico para diagnóstico e tratamento adequados;
- sempre que houver resistência, imobilizar na posição encontrada. Jamais realizar manipulações inadequadas.

5.9.2 Fraturas e lesões de articulação

Quando ocorre o rompimento total ou parcial de um osso ou cartilagem, considera-se uma fratura ou lesão de articulação.

As fraturas podem ser fechadas ou abertas (expostas). Todas as supostas fraturas e lesões de articulação devem ser imobilizadas.



Fraturas fechadas: quando a pele não é rompida pelo osso quebrado

Fratura aberta ou exposta: quando o osso atravessa a pele e fica exposto

Há suspeita de fratura ou lesão articular quando se constata pelo menos dois itens entre os abaixo listados:

- dor intensa no local, que aumente ao menor movimento ou toque na região;
- edema local (inchaço);
- crepitação ao movimento (som parecido com o amassar de papel);
- hematoma (rompimento de vaso com acúmulo de sangue no local) ou equimose (mancha de coloração azulada na pele), que aparece horas após a fratura; e deformidades.

Nos casos de fraturas e lesões de articulação são recomendados os seguintes procedimentos:

- nunca se deve tentar colocar o osso no lugar. Isso é feito em local adequado, por pessoal qualificado;
- estancar eventual hemorragia em casos de fraturas abertas (expostas);
- imobilizar as articulações mais próximas do local (anterior e posterior) com suspeita de fratura, a fim de impedir a movimentação, utilizando tábuas ou papelão. Convém acolchoar com algodão, lã ou trapos os pontos em que os ossos ficarem em contato com a tala;
- não deslocar ou arrastar a vítima antes de imobilizar os segmentos fraturados;
- encaminhar a vítima ao serviço médico para diagnóstico e tratamento precisos.



O socorrista deve suspeitar de lesão na coluna vertebral em toda vítima que sofrer queda ou algum tipo de trauma por impacto. Ela deve ser movimentada somente quando necessário e com técnica específica (ver capítulo de Remoção e Transporte). Toda vítima traumatizada deve utilizar colar cervical e maca rígida. Agindo assim, evitam-se novas lesões e garante-se bom atendimento ao acidentado.

recapitulando

Neste capítulo estudamos sobre as lesões provocadas por riscos adicionais no trabalho com eletricidade.

5.10 TÉCNICAS DE REMOÇÃO E TRANSPORTE

É necessário saber avaliar a vítima e identificar o tipo de lesão, para que se possa optar pela possibilidade de remoção, adotando a técnica mais adequada às circunstâncias.

Em alguns casos, o mais adequado é não transportar a vítima do local, a exemplo de acidentados com fratura no pescoço e suspeita de lesão na coluna vertebral. Em hipótese alguma esta vítima deve ser removida antes do atendimento médico, a não ser quando estiver em local que possa ocasionar novo acidente, ou que sua vida esteja em risco. Nesta situação, o socorrista deve optar pela remoção rápida, pois a vida está em primeiro lugar.

A vítima deve ser imobilizada com técnicas e equipamentos adequados antes de ser transportada, para evitar a ocorrência e o agravamento das lesões pré-existentes. Toda a imobilização deve ser realizada somente após o exame primário

(ABC), priorizando sempre as condições de segurança da cena e a gravidade do quadro.



O transporte do paciente traumatizado deve ser efetuado de modo a manter a estabilidade de toda a coluna vertebral, principalmente as vértebras cervicais. A imobilização da coluna só é considerada completa quando a vítima estiver com o colar cervical instalado, fixado à prancha longa e o com conjunto imobilizador de cabeça ajustado.

Até o momento de serem empregados esses materiais, a estabilização da coluna cervical deve ser feita bi-manualmente.

5.11 TRANSPORTE DE VÍTIMAS DO LOCAL DO ACIDENTE

Ao transportar a vítima, as lesões já existentes podem ser agravadas. Por esta razão, o socorrista somente deve decidir pelo transporte se for **absolutamente necessário**; caso contrário, deve aguardar atendimento médico.

Caso a segurança do local não seja adequada e for necessário mover a vítima, alguns procedimentos devem ser adotados para não agravar a situação do acidentado:

- controlar as hemorragias para evitar sangramento abundante que exponha a vítima ao risco de entrar em choque;
- se houver suspeita de fratura, imobilizar o local fraturado, sem esquecer de imobilizar a coluna cervical;
- se constatada a parada cardiorrespiratória, iniciar imediatamente a respiração artificial e a massagem cardíaca;

Devem ser transportados os acidentados que estiverem:

- inconscientes;
- em estado de choque ou;
- gravemente queimados.

O socorrista deverá proceder considerando as recomendações que seguem:

- se for necessário erguer a vítima para verificar as lesões, cada parte do corpo deve ser apoiada. O corpo deve permanecer em linha reta; por isso, cuidar para que não se dobre no momento em que é erguido;
- ao transportar a vítima, puxar seu corpo pela direção da cabeça ou pés, nunca pelos lados, e protegê-lo com toalha ou outro material, principalmente a cabeça;
- Se não houver maca para remover a vítima, adota-se o método do auxílio de três pessoas.



O socorrista também pode improvisar uma maca amarrando um cobertor ou colcha em duas varas resistentes ou cabos de vassoura.

5.12 TÉCNICAS IMPROVISADAS DE TRANSPORTE

O socorrista pode estar sozinho ao prestar auxílio à vítima e precisar removê-la em virtude de um perigo iminente, como desabamento, incêndio etc., ou pode contar com o auxílio de uma ou mais pessoas.

Há outros métodos de transporte a serem aplicados em situações especiais, desde que o socorrista esteja certo de sua adequação. Senão, vejamos:



Transporte de apoio

Se a vítima estiver consciente e com ferimentos leves, o socorrista deve se posicionar ao lado, passar o braço da vítima por sua própria nuca e segurá-la com o outro braço.



Transporte em cadeira improvisada

Dois socorristas podem improvisar uma cadeira segurando os braços e punhos um do outro. A vítima senta e passa os braços ao redor de seu pescoço.



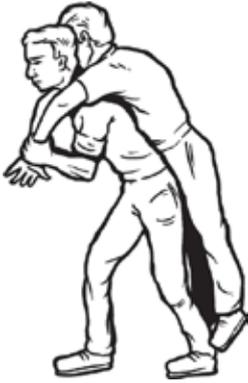
Transporte em cadeira

O transporte da vítima em uma cadeira tem a vantagem de manter seu corpo ereto e, deste modo, impedir o possível agravamento das lesões. No entanto, deve-se ter o cuidado de incliná-la para trás.



Transporte em braços

O socorrista pode erguer a vítima e transportá-la no colo, desde que aguente seu peso.



Transporte nas costas

Neste tipo de transporte, a vítima passa os braços por cima dos ombros do socorrista e se apóia nele.



Transporte pela extremidade

Dois socorristas carregam um acidentado: um deles segura com os braços o tronco da vítima passando-os por baixo de suas axilas, enquanto o outro, de costas para o primeiro, segura suas pernas.

recapitulando

Neste capítulo vimos algumas das principais e mais usadas técnicas de remoção e transporte de vítimas de acidentes

5.13 RISCOS DE ACIDENTES NO TRABALHO EM CAMPO (PICADAS E MORDIDAS DE ANIMAIS)

Os riscos de acidentes no trabalho em campo são riscos adicionais causados por acidentes com cobras e serpentes, escorpiões, aranhas, vespas, abelhas e algumas formas marinhas de vida animal, que se constituem em tipos de envenenamento cujo veículo de introdução, no corpo humano, se faz através de presas ou ferrões.

Existem diferenças importantes que devem ser consideradas entre animais venenosos e animais peçonhentos. Um socorrista não precisa ser capaz de classificar insetos, aranhas, escorpiões e ofídios em gênero e espécie. Tal atividade é reservada aos estudiosos da área; faz-se necessário, no entanto, o conhecimento indispensável sobre animais peçonhentos para que se possa utilizar uma técnica adequada a cada situação.

5.13.1 Envenenamento por ofídios

No Brasil há aproximadamente 260 espécies catalogadas de serpentes, das quais cerca de 40 são peçonhentas. Os principais grupos de serpentes peçonhentas existentes no país são as espécies jararaca, surucucu, cascavel e coral. O termo jararaca, por exemplo, refere-se a mais de 20 espécies de serpentes com características semelhantes, como a forma da cabeça e do corpo.

O veneno de cada grupo de serpentes peçonhentas têm composição diferente e provoca sintomas distintos. A peçonha do grupo jararaca, por exemplo, encontrado em todo o país, tem efeito local: causa inchaço e hemorragia e, além disso, destrói os músculos da região onde é injetada. A ação do veneno das serpentes do grupo surucucu, que vivem na Mata Atlântica e Amazônia, produz sintomas semelhantes aos gerados pela peçonha do grupo jararaca; já a toxina do grupo cascavel provoca visão dupla e paralisa os músculos, impedindo os movimentos. Serpentes desse grupo podem ser encontradas em todo o país, exceto na Mata Atlântica e na Amazônia. O veneno do grupo das corais, por sua vez, provoca a morte por parada respiratória ao bloquear os movimentos de um músculo chamado diafragma, que é responsável pela respiração.

FIQUE ALERTA

ANIMAIS VENENOSOS: *Produzem veneno, mas não possuem um aparelho inoculador – dentes ou ferrões, provocando envenenamento passivo por contato – taturana, por compressão – sapo, ou por ingestão – peixe baiacu.*

ANIMAIS PEÇONHENTOS: *possuem glândulas de veneno que se comunicam com dentes ocios, ou ferrões, ou agulhões, por onde o veneno passa ativamente, como serpentes, aranhas, escorpiões, abelhas e arraias.*

você
sabia ?

O diafragma se contrai e relaxa. Graças a esse movimento, ocorre a entrada de ar nos pulmões, chamada inspiração, e a saída de ar, a expiração. Se o diafragma não se movimentar, não há respiração.

A toxicidade do veneno varia em função do tamanho e do estado de nutrição do animal agressor, da quantidade de veneno inoculado e, ainda, do peso e do estado de saúde da vítima.

A cada ano, cerca de 20 mil pessoas são picadas por cobras no Brasil. Acidentes com serpentes do grupo jararaca são os mais frequentes e acontecem geralmente no campo. O socorro precisa ser rápido. O médico determina qual grupo de cobra picou a pessoa por meio dos sintomas que ela apresenta. Afinal, cada grupo de serpentes peçonhentas apresenta um veneno específico que provoca sintomas diferentes.

5.13.1.1 Serpentes peçonhentas e não-peçonhenta

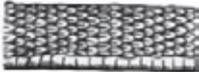
Existem alguns critérios básicos para distinguir serpentes peçonhentas de não-peçonhentas a uma distância segura. O primeiro deles é a presença de um orifício entre o olho e a narina da serpente, denominado fosseta loreal, também responsável por detectar calor. Toda serpente brasileira que possui esse orifício é peçonhenta. Ele é utilizado para perceber a presença de calor, o que permite à serpente caçar no escuro presas que tenham corpo quente (homeotérmicas), tais como mamíferos e aves. A única exceção para essa regra é a cobra-coral, porém as corais possuem um padrão característico de anéis pretos, vermelhos e brancos ou amarelos que não permite confusão.

Na Amazônia existem corais pretas e brancas ou marrons. Desse modo, deve-se considerar toda serpente com essa coloração como perigosa, apesar da existência de serpentes que imitam as corais verdadeiras, denominadas corais falsas. As corais verdadeiras não dão bote e normalmente se abrigam debaixo de troncos de árvores, folhas ou outros locais úmidos em todas as regiões do país.

Outra característica importante na distinção das serpentes peçonhentas é o tipo de cauda. Algumas serpentes com fosseta loreal apresentam um chocalho na ponta da cauda, que emite um som característico de alerta quando são perturbadas. Essas são as cascavéis, facilmente encontradas em áreas abertas e secas, mesmo áreas agriculturáveis de grande parte do Brasil, excluindo-se áreas de vegetação mais densa.

As serpentes com fosseta loreal cuja cauda é lisa até a extremidade pertencem à família das jararacas, encontradas, em sua grande maioria, em áreas mais limitadas, como as áreas de mata, apesar de alguns tipos habitarem também zonas de caatinga e cerrado.

Quadro 7 – Diferenças entre serpentes peçonhentas e não-peçonhentas

Peçonhentas	Não peçonhentas
	
Cabeça chata, triangular, bem destacada	Cabeça estreita, alongada, mal destacada
	
Olhos pequenos, com pupila em fenda vertical e fosseta lacrimal entre os olhos e as narinas (quadrado preto)	Olhos grandes, com pupila circular, fosseta lacrimal ausente
	
Escamas do corpo alongadas, pontudas, imbricadas, dando ao tato sensação de aspereza	Escamas achatadas, dando ao tato uma impressão de liso, escorregadio
	
Cabeça com escamas pequenas semelhantes às do corpo	Cabeça com placas em vez de escamas
	
Cauda curta, afinada bruscamente	Cauda longa, afinada gradualmente
	
Quando perseguida, toma atitude de ataque, enroscando-se.	Quando perseguida, foge.

5.13.1.2 Principais serpentes e sintomas em vítimas de picada no Brasil

Existem alguns critérios básicos para distinguir serpentes peçonhentas de não-peçonhentas a uma distância segura. O primeiro deles é a presença de um orifício entre o olho e a narina da serpente, denominado fosseta loreal, também responsável por detectar calor. Toda serpente brasileira que possui esse orifício é peçonhenta. Ele é utilizado para perceber a presença de calor, o que permite à serpente caçar no escuro presas que tenham corpo quente (homeotérmicas), tais como mamíferos e aves. A única exceção para essa regra é a cobra-coral, porém as corais possuem um padrão característico de anéis pretos, vermelhos e brancos ou amarelos que não permite confusão.

Quadro 8 – Características e consequências de acidentes c/ ofídios

<p>JARARACA Gênero <i>Bothrops</i></p> 	<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> • agressivas; • vivem em lugares úmidos; • são mais comuns em zonas de mata. 	<p>Região encontrada</p> <p>todo o Brasil.</p>	<p>Consequências da picada</p> <ul style="list-style-type: none"> • dor intensa, edema e arroxamento; • podem ocorrer bolhas e necrose; • causa inchaço e hemorragia; além disso, destrói os músculos da região onde é injetada.
<p>CASCABEL Gênero <i>Crotalus</i></p> 	<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> • só atacam por defesa; • gostam de lugares úmidos, como troncos e pedras; • chocalho na cauda; • mais restrita a áreas secas e arenosas. 	<p>Região encontrada</p> <p>Sul, Sudeste e Centro do país.</p>	<p>Consequências da picada</p> <ul style="list-style-type: none"> • ausência de dor, com pequeno adormecimento e edema; • náuseas, vômitos; • dor no pescoço; • dores musculares; • pálpebras caídas; • visão turva ou dupla; • cansaço, sono; • confusão mental; • sangramentos;
<p>CORAIS Gênero <i>Micrurus</i></p> 	<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> • pouco agressivas e de hábitos noturnos; • vivem em locais protegidos e entre pedras; • a diferença da falsa-coral é que, nesta, os anéis não contornam todo o corpo da cobra; • a maioria das espécies do gênero têm porte pequeno, entre 15 e 60cm. 	<p>Região encontrada</p> <p>encontrada em todas as regiões do Brasil.</p>	<p>Consequências da picada</p> <ul style="list-style-type: none"> • adormecimento; • provoca visão dupla e paralisa os músculos, impedindo os movimentos; • sufocação.
<p>SURUCUCU Gênero <i>Lachesis</i></p> 	<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> • comportamento agressivo; • podem atingir até 4,5m de comprimento; • normalmente se alimenta, à noite, porém não são animais de hábitos estritamente noturnos. 	<p>Região encontrada</p> <p>Norte, na Mata Atlântica dos estados do Nordeste, do Rio de Janeiro e do Espírito Santo. Também encontrada no Vale do Rio Doce.</p>	<p>Consequências da picada</p> <ul style="list-style-type: none"> • dor intensa; • hipotensão; • diminuição do ritmo cardíaco; • diarreia e; • hemorragia.

5.13.1.3 Primeiros socorros em caso de picada

É muito importante evitar situações de risco de acidentes ofídicos. É desaconselhável andar descalço. Ao caminhar na mata ou em plantações, usar botas que protejam até os joelhos. Não colocar a mão em buracos e, acima de tudo, não manipular serpentes, por mais inofensivas que possam parecer. Manter os quintais limpos, assim como as áreas ao redor das residências.

Não acumular detritos ou material que sirva de alimento para ratos, pois podem atrair serpentes, que se alimentam deles. Em caso de acidente, não fazer qualquer tipo de atendimento caseiro, não cortar nem perfurar o local da mordida e não fazer torniquete. Procurar imediatamente um posto médico, porque somente o soro antiofídico cura. Ele é distribuído gratuitamente a hospitais, casas de saúde e postos de atendimento médico por todo o país pelo Ministério da Saúde. Em São Paulo, o Hospital Vital Brazil, que pertence ao Instituto Butantan, realiza esse tipo de atendimento 24 horas por dia.

Soros antiofídicos produzidos pelo Instituto Butantan

- Antibotrópico: para acidentes com jararaca, jararacuçu, urutu, cotiara.
- Anticrotálico: para acidentes com cascavel.
- Antilaquétrico: para acidentes com surucucu.
- Antielapídico: para acidentes com coral.
- Antibotrópico-laquétrico: para acidentes com jararaca, jararacuçu, urutu, caíçaca, cotiara ou surucucu.
- Antiaracnídico: para acidentes com aranhas do gênero Phoneutria (armadeira), Loxosceles (aranha marrom) e escorpiões brasileiros do gênero Tityus.
- Antiescorpiônico: para acidentes com escorpiões brasileiros do gênero Tityus.
- Antilonomia: para acidentes com taturanas do gênero Lonomia.

5.13.1.3 Procedimentos a serem adotados em caso de picada

- Deitar a vítima o mais rápido possível.
- Não deixar que a vítima faça qualquer esforço, pois o estímulo da circulação sanguínea difunde o veneno pelo corpo.
- Aplicar compressas quentes no caso de picadas de escorpiões e aranhas.
- Aplicar gelo ou compressas frias no caso de picada de lacraias e centopéias.
- Lavar o local da picada com água abundante, de preferência água e sabão.
- Quando a picada for nos membros superiores ou inferiores, mantê-los em posição mais elevada.
- Não se deve fazer torniquete, pois este procedimento impedirá a circulação sanguínea, podendo causar gangrena ou necrose.

- Não se deve furar, cortar, queimar, espremer, fazer sucção no local do ferimento e nem aplicar folhas, pó de café ou terra, para não provocar infecção.
- Levar o acidentado imediatamente ao Serviço de Saúde mais próximo.
- Se possível, levar o animal peçonhento junto, mesmo que morto. Isso facilita o diagnóstico e a detecção de qual soro será o mais apropriado para ser ministrado ao paciente.

FIQUE ALERTA

Lembre-se: nenhum remédio caseiro substitui o soro antipeçonhento!

5.14 RECONHECENDO ARTRÓPODES PERIGOSOS

O Filo dos Artrópodes corresponde a mais de 80% das espécies animais existentes. Dentre os principais grupos deste filo estão os aracnídeos (Subfilo Chelicerata - Classe Arachnida), dos quais fazem parte as aranhas (Ordem Araneae) e os escorpiões (Ordem Scorpiones). Os aracnídeos são caracterizados por apresentarem o corpo dividido em duas partes (cefalotórax e abdômen), quatro pares de pernas, um par de pedipalpos e um par de quelíceras (apêndices bucais).

5.14.1 Aranhas

As aranhas compõem a ordem mais numerosa dos aracnídeos, sendo consideradas válidas cerca de 35.000 espécies em todo o mundo, porém somente cerca de 20 a 30 espécies são consideradas perigosas para o homem.

Habitam praticamente todas as regiões do Planeta, incluindo uma espécie aquática. Muitas espécies vivem próximas, e até mesmo dentro de habitações humanas, favorecendo a ocorrência de acidentes.

O veneno, produzido por duas glândulas situadas na região das quelíceras, pode ser utilizado na captura de presas e como defesa.

Poucas espécies podem causar acidentes com envenenamento humano importante. No Brasil, as espécies mais representativas pertencem aos gêneros Phoneutria, Loxosceles e Latrodectus.

Quadro 9 – Características das principais aranhas perigosas do Brasil

<p>ARMADEIRA Gênero <i>Phoneutria</i></p> 	Características	Muito Grande
	Principais locais onde são encontradas	Bananeiras e outras folhagens; interior de residências (calçados).
	Acidentes	Muito frequentes
	Hábitos	Vespertinos e noturnos; aranhas errantes
	Teia	Inexistente

ARANHA MARROM Gênero <i>Loxosceles</i>	Características	Mínima
	Principais locais onde são encontradas	Pilhas de tijolos, telhas e beira de barrancos; residências (dentro de roupas).
	Acidentes	Pouco frequentes
	Hábitos	Noturnos; aranhas sedentárias
	Teia	Irregular

TARÂNTULA Gênero <i>Lycosa</i> 	Características	Pequena
	Principais locais onde são encontradas	Gramados e beira de barrancos; residências (vestimentas)
	Acidentes	Frequentes
	Hábitos	Diurnos; aranhas errantes e sedentárias
	Teia	Inexistente

VIÚVA NEGRA Gênero <i>Latrodectus</i> 	Características	Mínima
	Principais locais onde são encontradas	Sob arbustos e em campos cultivados; residências
	Acidentes	Pouco frequentes
	Hábitos	Vespertinos e noturnos; aranhas sedentárias
	Teia	Inexistente

5.14.2 Escorpiões

O escorpião possui, geralmente, hábitos noturnos, ficando escondido durante o dia em abrigos e saindo à noite para caçar e se reproduzir. O escorpião possui um agulhão duro e curvo na extremidade da cauda, por onde inocula seu veneno na vítima. O escorpião não pica para trás, mas sempre para a frente.

Sua picada é muito dolorosa e geralmente se dá nas extremidades da vítima, porque este animal se aloja dentro de locais quentes, como sapatos e botas. Daí a necessidade de examinar os calçados antes de calçá-los. Geralmente a picada não é mais forte que a de uma abelha, porém, em determinados casos, produz um veneno suficientemente perigoso para matar uma criança pequena ou pequenos animais. A espécie mais venenosa habita no México e no Norte de África.

As consequências da picada de um escorpião podem causar desde alteração da respiração até parada respiratória por paralisia dos músculos respiratórios. E ainda: por vezes há existência de vômitos e sudação exagerada, causando desidratação intensa. Caso não haja tratamento, o quadro pode evoluir e terminar em morte. O tratamento para esses casos segue as mesmas regras básicas dos acidentes com cobras, e são ainda recomendadas compressas geladas e úmidas.

5.15 ANIMAIS RAIVOSOS E INSETOS

Acidentes com insetos são, em via de regra, menos perigosos que acidentes com aranhas, cobras ou escorpiões, porém, se a pessoa for alérgica, este incidente poderá levá-la a morte. Como exemplo citam-se os acidentes com picada de abelha brasileira africanizada, que é muito agressiva e, ao picar a vítima, solta o ferrão exalando um cheiro que “chama” as demais. As consequências são: dor local intensa agravada pelo inchaço e pela coceira e dificuldades respiratórias caso a picada seja na face. Em algumas ocasiões pode-se visualizar o ferrão envolto por um halo vermelho.

5.15.1 Mordidas de animais raivosos

Qualquer animal pode contrair raiva e se tornar um transmissor dela. Quem for mordido por um animal, deve suspeitar de raiva e mantê-lo em observação até prova em contrário.

Mesmo vacinado, o animal pode apresentar a doença. Todas as mordidas feitas por animais devem ser vistas por um médico.

5.15.1 Mordidas de animais raivosos

Qualquer animal pode contrair raiva e se tornar um transmissor dela. Quem for mordido por um animal, deve suspeitar de raiva e mantê-lo em observação até prova em contrário.

Mesmo vacinado, o animal pode apresentar a doença. Todas as mordidas feitas por animais devem ser vistas por um médico.

5.15.2 Picadas e ferroadas de insetos

Há pessoas alérgicas que sofrem reações graves e/ou generalizadas devido a picadas de insetos, e devem receber um tratamento médico imediato. A picada de um inseto pode ser um risco de vida para uma pessoa sensível.

Dentre os insetos, um dos mais encontrados em trabalhos em eletricidade é o marimbondo.

Os marimbondos são também conhecidos como vespas. Alguns deles, como o marimbondo-tatu e o marimbondo cavalo, são encontrados em todo o território nacional. Sua ferroadada é dolorida, e a composição de seu veneno é pouco conhecida. Sabe-se que é composto por histamina, serotonina e o péptido “quinina de vespa”. O resultado mais grave em relação à picada é a alergia gerada por esses compostos. Sua picada é semelhante à da abelha, porém menos intensa e, ao contrário da abelha, o marimbondo não deixa seu ferrão na vítima.



A picada causa dor, pústula, eritema, coceira no corpo e inchaço em várias partes do corpo além do local da picada. Pode ocorrer dificuldade para respirar, língua inchada e sensação de garganta fechada. Ainda pode ocorrer tontura ou sensação de desmaio, perda da consciência ou colapso.

Os marimbondos são também conhecidos como vespas. Alguns deles, como o marimbondo-tatu e o marimbondo cavalo, são encontrados em todo o território nacional. Sua ferroadada é dolorida, e a composição de seu veneno é pouco conhecida. Sabe-se que é composto por histamina, serotonina e o péptido “quinina de vespa”. O resultado mais grave em relação à picada é a alergia gerada por esses compostos. Sua picada é semelhante à da abelha, porém menos intensa e, ao contrário da abelha, o marimbondo não deixa seu ferrão na vítima.

A picada causa dor, pústula, eritema, coceira no corpo e inchaço em várias partes do corpo além do local da picada. Pode ocorrer dificuldade para respirar, língua inchada e sensação de garganta fechada. Ainda pode ocorrer tontura ou sensação de desmaio, perda da consciência ou colapso.

Os procedimentos para tratamento de picadas e ferroadadas de insetos são listados a seguir:

- retirar os ferrões do inseto através de técnicas adequadas;
- lavar com água o local da picada;
- aplicar compressas de água fria no caso de picadas de abelhas, vespas e formigas;
- procurar socorro médico o mais rápido possível.

**você
sabia** ?

A reação mais grave que pode ocorrer em picadas de insetos é o choque anafilático. Neste caso, a vítima deve ser encaminhada imediatamente ao atendimento médico de emergência, pois pode, eventualmente, ser levada à morte se não for tratada a tempo.

recapitulando

Neste capítulo vimos os principais riscos de acidentes no trabalho em campo, relacionados à picadas e mordidas de animais e insetos.

6. PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS

6.1 PREVENINDO E COMBATENDO INCÊNDIOS – MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS

O conhecimento das condições que determinam a ocorrência ou não da oxidação de um material é essencial para a compreensão dos princípios em que se baseia a ciência de prevenção e combate a incêndios. Como a combustão é uma reação química, são necessários elementos que reajam entre si, para que a reação se estabeleça.

São consideradas como medidas eficazes para prevenir incêndios: a estocagem adequada de combustíveis e o controle das fontes de calor.



Conhecer os tipos de combustão e as circunstâncias que podem desencadear incêndios auxilia na adoção de medidas preventivas.

6.1.1 Fogo ou combustão

A combustão é uma reação química de oxidação rápida e exotérmica, em que há geração de luz, calor, fumaça e gases. Para tanto, é necessária a combinação de alguns elementos essenciais em condições apropriadas. Os produtos mais comuns resultantes da combustão são o vapor d'água e o gás carbônico - CO₂, podendo também ser produzido dióxido de enxofre - SO₂. As chamas produzidas pela combustão formam um fluxo de gases ou vapores que queimam e emitem luz, em decorrência da ação do calor sobre a substância combustível.

A combustão pode ser definida de forma sintética como um processo de oxidação rápida e autossustentada, acompanhada da liberação de luz e calor, de intensidades variáveis. Os principais produtos da combustão e seus efeitos à vida humana são:

- **Gases:** monóxido de carbono (CO), cianeto de hidrogênio (HCN), dióxido de carbono (CO₂), cloreto de hidrogênio (HCl), dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), todos tóxicos.
- **Calor:** pode provocar queimaduras, desidratação e exaustão.
- **Chamas:** se houver contato direto das chamas com a pele, podem provocar queimaduras.
- **Fumaça:** é a maior causa de morte nos incêndios, pois prejudica a visibilidade dificultando a fuga, além de provocar intoxicação.

A combustão é classificada em cinco tipos descritos a seguir:

Combustão viva ou completa

Quando se produz chama com elevação rápida da temperatura, como o fogo produzido por líquidos inflamáveis, a exemplo de gasolina, removedor e tinta, ou por combustíveis sólidos, como lenha ou papel. A combustão viva produz calor e chamas e se processa em ambiente rico em oxigênio.

Combustão lenta

Quando não se produz chama logo de saída e a temperatura não se eleva com rapidez. Em geral, a combustão lenta é verificada em substâncias más condutoras de calor e que somente se consomem quando expostas de maneira prolongada à ação deste, como certos tipos de pano ou madeiras deterioradas.

Combustão espontânea

É gerada de forma natural através da fermentação de materiais orgânicos sobre os quais atuam bactérias, produz calor e libera gases. Alguns materiais entram em combustão sem uma fonte externa de calor.

A combustão espontânea também pode ocorrer quando determinadas substâncias químicas se misturam e a combinação resultante gera calor e libera gases. São exemplos: estopa ou trapos acumulados embebidos em óleo, um monte de feno úmido em fermentação ou um fardo de estopa ou de algodão úmido.

Combustão incompleta

Ocorre este tipo de combustão quando ela se produz com insuficiência de oxigênio. Ao ocorrer tal fenômeno, primeiramente se reduz a velocidade da combustão e, quando é atingido o ponto crítico do teor de oxigênio, a chama se extingue. A combustão incompleta é geralmente acompanhada de intensa formação de fumaça.

Explosão

Queima de gases em altíssima velocidade em locais confinados, com liberação de energia e deslocamento de ar.

você
sabia ?

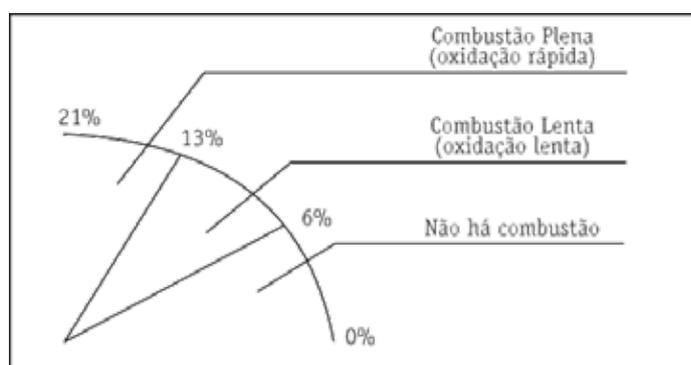
Para que ocorra um incêndio é necessário a presença de um comburente, um combustível, de uma fonte de calor e de uma reação em cadeia. Esses são os quatro elementos que compõe o quadrado do fogo, que será visto mais adiante nesta unidade.

6.1.2 Comburente

É o elemento que possibilita vida às chamas e intensifica a combustão. Caracteriza-se por qualquer substância que mantenha uma combustão; no caso, é o gás que envolve o combustível.

O comburente mais comum é o oxigênio, por ser o mais abundante. O ar é composto de aproximadamente 21% de oxigênio, 78% de nitrogênio e 1% de outros gases. Para que haja combustão, é necessário que o oxigênio contido no ar atmosférico esteja na concentração mínima de 13%. Abaixo dessa concentração, até atingir o limite mínimo de 6%, não haverá mais chama e a combustão de um material pode se manifestar de maneira lenta.

A figura mostra o tipo de combustão conforme a concentração de oxigênio no ar.



Concentração de oxigênio para que ocorra a combustão

Certas substâncias químicas que facilmente liberam oxigênio em condições favoráveis, como o nitrato de sódio (NaNO_3) e o cloreto de potássio (KCl), são comburentes. Alguns materiais combustíveis, como o plástico piroxilínico, contêm oxigênio combinado em suas moléculas de tal forma que a combustão pode ocorrer sem suprimento de fonte externa.

A combustão pode também ocorrer numa atmosfera de cloro (Cl_2), gás carbônico (CO_2) e nitrogênio (N_2). O pó de zircônio, por exemplo, pode ser inflamado no gás carbônico.

6.1.3 Combustível

Combustível é o elemento que serve de campo de propagação ao fogo. Caracteriza-se como qualquer substância sólida, líquida ou gasosa que arde com formação de calor e luminosidade após atingir a temperatura de ignição e é capaz de queimar e alimentar a combustão.

Para determinar se algum material pode ou não ser oxidado será preciso analisar sua constituição química. Entretanto, pode-se dizer que qualquer material constituído primariamente de carbono e hidrogênio pode ser oxidado.

Na transformação do combustível em fogo devem-se considerar três pontos de temperatura: ponto de fulgor, de combustão e de autoignição.

Ponto de fulgor

Temperatura baixa em que um combustível, geralmente líquido, desprende gases suficientes para formar uma mistura inflamável com o ar atmosférico junto à superfície do combustível, que incendeia ao entrar em contato com uma centelha ou chama. A chama não se mantém devido à pequena quantidade de vapores.

Ponto de combustão

Temperatura mínima na qual os vapores desprendidos dos corpos combustíveis entram em combustão e continuam a queimar ao entrarem em contato com uma fonte externa de calor.

Ponto de autoignição

Temperatura mínima na qual os gases desprendidos dos combustíveis entram em combustão apenas pelo contato com o oxigênio do ar, independente de qualquer outra fonte de calor.

6.1.4 Reação em cadeia

Ocorre reação em cadeia quando o calor irradiado das chamas atinge o combustível e este é decomposto em partículas menores, que se combinam com o comburente e queimam, irradiando outra vez calor para o combustível, formando um ciclo constante.

As reações químicas que ocorrem quando, ao se combinarem com o oxigênio, as moléculas iniciais de um combustível se oxidam numa série de etapas intermediárias sucessivas até que sejam atingidos os produtos finais da combustão são denominadas reações em cadeia. Em cada etapa se formam moléculas instáveis (radicais livres) cuja duração é muito curta. A formação e a extinção quase simultânea de tais radicais representam a duração da chama.

A reação desses radicais com as moléculas do combustível produz o calor que sustenta a reação de combustão, ativando a reação entre o combustível e o oxigênio que estão disponíveis. Em resumo, é quando o fogo se autoalimenta mantendo o processo de combustão.

6.1.5 Calor

Calor ou fonte de ignição representa a energia térmica necessária para ativar a reação química entre um material combustível e o oxigênio. A exemplo do que ocorre com o combustível e o comburente, o calor também precisa estar presente em intensidade adequada para elevar a temperatura e iniciar a combustão.

você
sabia ?

Existem diferentes formas de propagação de calor. O calor é transmitido de um corpo para outro por condução, convecção e radiação. O conhecimento das formas de propagação do calor é importante tanto na prevenção como no combate ao incêndio.

Condução

É o processo pelo qual o calor se transmite diretamente de uma matéria para outra e de uma molécula para outra, isto é, sem intervalos entre os corpos. Um exemplo é a transmissão do calor em barras ou objetos metálicos com uma de suas partes em contato com uma fonte de calor.

A transmissão do calor não pode ser interrompida completamente por nenhum material de isolamento térmico. Nesta conexão, o fluxo do calor não é similar ao da água, que pode ser interrompido com uma barreira sólida.

Os materiais de isolamento de calor têm baixa condutividade térmica, por isso o calor os atravessa lentamente. No entanto, volume algum de material isolante pode realmente obstar seu fluxo. Este fato deve ser levado em conta ao se projetar meios de proteção para o calor de estufas, tubos aquecidos ou outras fontes que possam inflamar os materiais combustíveis que se encontram nas proximidades. Por este motivo, deve haver sempre um espaço ocupado pelo ar ou outra maneira de conduzir o calor para fora (por convecção).

O ar é um dos piores condutores de calor. A condução de calor no ar é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre o corpo quente e o frio.

Convecção

É o processo de transmissão de calor característico dos fluidos (líquidos e gases). Quando aquecidos, esses fluidos têm suas densidades diminuídas, ficam mais leves, e movimentando-se no sentido ascendente, provocam o que chamamos de corrente de convecção. Tais correntes, nos incêndios de combustíveis sólidos (madeira, papel ou tecidos) deslocam as partículas incandescentes a grandes distâncias. Essas partículas poderão causar ignição em outros combustíveis. Em edifícios, comumente este fenômeno se dá através do poço dos elevadores ou vão de escadas, atingindo andares acima do local onde está lavrando o incêndio.

Radiação

Radiação ou irradiação é a forma de transmissão de calor por meio de ondas de energia térmica que se deslocam através do ar. A energia é transmitida na velocidade da luz e ao encontrar um corpo as ondas são absorvidas. Um exemplo é o calor do Sol, que é transmitido através do espaço até alcançar a Terra, quando é absorvido. O calor radiante é transmitido em linha reta e em todos os sentidos, até encontrar um obstáculo, quando será absorvido e começará a se propagar por condução. Se a superfície do obstáculo for brilhante, será refletido.

A intensidade do calor radiante é proporcional à temperatura do foco e diminui com a distância.

6.1.6 Quadrado do fogo

FOGO = COMBUSTÍVEL + OXIGÊNIO + FONTE DE IGNIÇÃO + REAÇÃO EM CADEIA

Fogo (combustão) é uma reação química entre um combustível e o comburente (oxigênio presente no ar), com uma fonte de ignição (fonte de calor).



Um incêndio é um fogo descontrolado em local não desejado e capaz de provocar, além de prejuízos materiais: quedas, queimaduras, intoxicações por fumaça e morte.

Os quatro elementos essenciais da combustão constituem o Quadrado do Fogo. Se suprimirmos um dos lados desse quadrado, eliminaremos o fogo. Até alguns anos atrás, só eram considerados três elementos como influentes na química do fogo: comburente, combustível e fonte de ignição, constituindo o conhecido triângulo do fogo. Com a aceitação da reação em cadeia como elemento essencial à combustão, desenvolveu-se o conceito do quadrado do fogo.

Somente após os estudos feitos por Lavoisier (Antoine-Laurent de Lavoisier 1743-1794) no século XVIII, com a descoberta do oxigênio, é que essas reações de combustão foram melhor compreendidas. Esses estudos deixaram claro que as reações só ocorriam na presença de oxigênio contido no ar atmosférico. Porém essas reações devem receber uma certa quantidade de energia (fonte de ignição) para que se iniciem.

Com o uso do fogo, foi possível cozinhar alimentos, fundir metais e produzir utensílios em cerâmica, melhorando a qualidade de vida do homem pré-histórico.

O controle do fogo, isto é o aprendizado de como lidar com ele, dominando os mecanismos da queima foi de suma importância para a vida e para a evolução dos seres humanos. Com isso eles puderam se deslocar para regiões mais distantes, levando o fogo para se aquecer, conseguindo povoar outras regiões do planeta. Há cerca de 500 mil anos, o homem pré-histórico já utilizava o fogo, conseguindo mantê-lo, porém ainda não controlá-lo. Aproveitavam-se os fogos iniciados pela queda de raios ou por lavas incandescentes de erupções de vulcões. Pelo que consta, havia os guardiães do fogo, que vigiavam dia e noite mantendo-o com a adição de gravetos e folhas.

6.1.7 Inflamabilidade/ explosividade

A inflamabilidade/explosividade é uma propriedade presente em alguns líquidos combustíveis. A distinção entre um líquido inflamável e um líquido apenas combustível reside na facilidade do mesmo em liberar vapor. Porém qualquer líquido combustível suficientemente aquecido torna-se inflamável. Tais líquidos combustíveis também se tornam inflamáveis quando espalhados no ar em finíssimas partículas (névoas), pois nessas condições assemelham-se aos seus vapores, devido à grande área em contato com o ar. Para que ocorra a combustão, é necessário que o combustível (vapores ou gases) e o ar (oxigênio) se misturem em um percentual volumétrico adequado, na presença de uma fonte de ignição.

recapitulando

Neste capítulo estudamos sobre os conceitos básicos sobre o fogo e seus elementos.

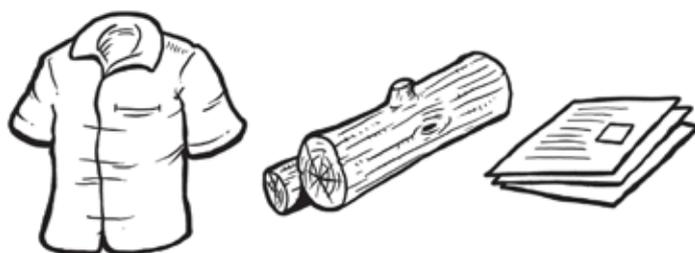
6.2 CLASSES DE INCÊNDIOS

São quatro as classes gerais de incêndios: A, B, C e D. Incêndios de Classe A e B caracterizam-se pelo modo como queimam; incêndios de Classe C, pelo risco de vida que podem oferecer ao operador; e incêndios classificados como tipo D envolvem queima de metais pirofóricos e exigem agentes extintores especiais.

a) Incêndios da classe A



De classe A são incêndios que ocorrem em materiais de fácil combustão com a propriedade de queimar em sua superfície e profundidade, e deixam resíduos, normalmente deixam muitas cinzas. Para sua extinção, necessitam do efeito de **resfriamento**, isto é, água ou soluções que a contenham em grande proporção, a fim de reduzir a temperatura do material em combustão abaixo de seu ponto de ignição. A intensidade do calor radiante é proporcional à temperatura do foco e diminui com a distância.



tecidos, madeira, papel, fibra.

Para tornar a água mais eficaz, misturam-se opacificantes (produtos que têm mais capacidade de resfriar), emulsores (produtos que dão à água maior poder de contato) e viscosantes (produtos que contribuem para que ela penetre melhor nos materiais que estão queimando).

Neste tipo de incêndios podem também ser utilizados a espuma e o pó seco dos extintores, porque provocam o abafamento e evitam que o oxigênio continue a alimentar a combustão.

b) Incêndios da classe B

B



De classe A são incêndios que ocorrem em materiais de fácil combustão com a propriedade de queimar em sua superfície e profundidade, e deixam resíduos, normalmente deixam muitas cinzas. Para sua extinção, necessitam do efeito de **resfriamento**, isto é, água ou soluções que a contenham em grande proporção, a fim de reduzir a temperatura do material em combustão abaixo de seu ponto de ignição. A intensidade do calor radiante é proporcional à temperatura do foco e diminui com a distância.



óleos, graxas, vernizes, tintas, gasolina

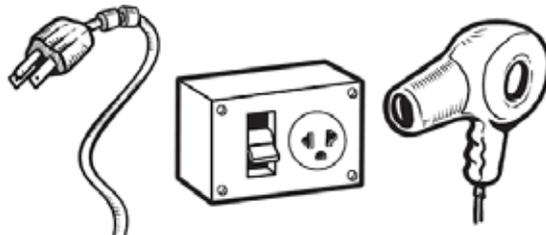
Para combater incêndios de Classe B não se utiliza água, apenas a espuma e o pó químico seco dos extintores.

c) Incêndios da classe c

C



Incêndios desta classe ocorrem em equipamentos elétricos energizados. Para sua extinção, exigem agentes não-condutores de eletricidade, como extintores de gás carbônico ou pó químico. Nestes casos, devido ao risco que representam ao operador, extintores de água ou espuma não podem ser utilizados, pois seus elementos extintores são condutores de eletricidade.



fios, transformadores, motores, quadros de distribuição

d) Incêndios da classe D



São os que ocorrem em metais pirofóricos (magnésio, selênio, antimônio, lítio, cádmio, potássio, zinco, titânio, sódio e zircônio). Para sua extinção, exigem agentes extintores especiais que provocam o isolamento e impedem o contato com o ar. Estes agentes se fundem em contato com o metal combustível, formando uma capa que os isola do ar atmosférico, interrompendo a combustão.



magnésio, potássio em pó, sódio (metais pirofóricos)

A única possibilidade de combater incêndios da Classe D é a utilização do pó químico especial, areia seca ou limalha de ferro.

**você
sabia ?**

Metal pirofórico: material que entra em ignição espontaneamente em contato com o ar em condições normais.

recapitulando

Neste capítulo estudamos sobre as quatro classes de incêndios.

6.3 MÉTODOS DE EXTINÇÃO DE INCÊNDIOS

Só haverá combustão quando estiverem presentes seus elementos essenciais, ou seja, quando estiver formado o quadrado do fogo. Com base nesse conhecimento foram desenvolvidos os métodos de combate às chamas, uma vez que, para extingui-las, é preciso desfazer o quadrado pela remoção de um de seus lados.

Basicamente, os métodos para a extinção de incêndios são: resfriamento, abafamento, interferência da reação em cadeia e isolamento ou remoção do combustível.

6.3.1 Resfriamento

É o método de extinção mais conhecido e utilizado. Consiste em diminuir a temperatura do material em chamas até que ela se situe abaixo do ponto de combustão, quando não mais haverá desprendimento de vapores na quantidade necessária para sustentá-la. A redução da temperatura está ligada à quantidade e à forma de aplicação da água (jatos), de modo que ela absorva mais calor que o incêndio é capaz de produzir.

6.3.1 Resfriamento

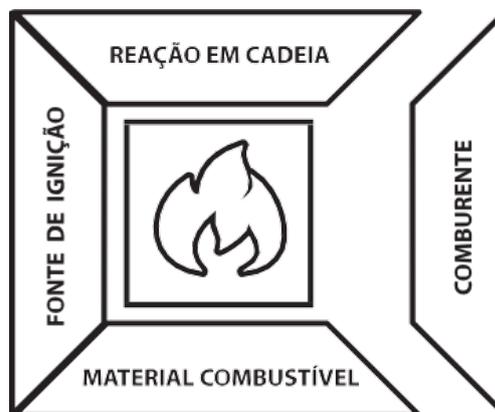
É o método de extinção mais conhecido e utilizado. Consiste em diminuir a temperatura do material em chamas até que ela se situe abaixo do ponto de combustão, quando não mais haverá desprendimento de vapores na quantidade necessária para sustentá-la. A redução da temperatura está ligada à quantidade e à forma de aplicação da água (jatos), de modo que ela absorva mais calor que o incêndio é capaz de produzir.



6.3.2 Abafamento

Método de extinção que consiste em reduzir a concentração do oxigênio presente no ar, situado acima da superfície do combustível. Segundo experiências realizadas em laboratório, verificou-se que, em relação a líquidos e gases, as chamas existem somente em ambientes com mais de 13% de oxigênio. Qualquer meio de abafamento que consiga reduzir a porcentagem de oxigênio abaixo desse valor terá sucesso na extinção do fogo.

Para sólidos, a combustão pode continuar ocorrendo abaixo dos 13%, lentamente, sem chamas, e assim permanecerá até que a concentração de oxigênio atinja 6%, quando nenhuma forma de combustão existirá.



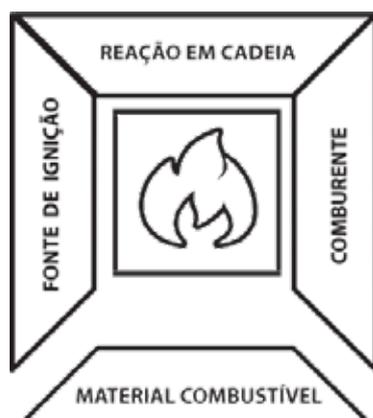
6.3.3 Interferência na reação em cadeia

É o método também conhecido como extinção química, em que o agente extintor evita a reação das substâncias geradas durante a combustão. Essas substâncias, conhecidas como produtos intermediários, são responsáveis pela continuidade da combustão. A reação só ocorre quando há chamas visíveis.



6.3.4 Isolamento - remoção do combustível

A retirada do material ou controle do combustível é o método de extinção de realização mais simples por não exigir aparelhos especializados. Consiste na retirada, diminuição ou interrupção, com suficiente margem de segurança, dos materiais combustíveis que alimentam o fogo e daqueles ainda não atingidos por ele. Como exemplos de emprego deste tipo de extinção tem-se: o aceiro (que interrompe a continuidade do fogo), o fechamento da válvula do GLP e a interrupção de vazamento de combustível líquido ou gasoso.



**você
sabia** ?

Aceiro: método praticado nos casos de incêndios em matas, florestas e campos onde uma faixa de segurança é criada na vegetação através de tratores, arados ou ferramentas manuais, isolando a área do incêndio.

recapitulando

Neste capítulo conhecemos os métodos de extinção de incêndios.

6.4 EXTINTORES DE INCÊNDIOS

Os aparelhos extintores são os vasilhames fabricados com dispositivos que possibilitam a aplicação do agente extintor sobre os focos de incêndio. Destinam-se ao combate imediato de pequenos focos de incêndio, pois contêm pouco volume de agente extintor com o objetivo de facilitar o transporte.

6.4.1 Agentes extintores

São denominados agentes extintores os produtos utilizados na extinção e prevenção de incêndios. A projeção dos agentes é feita por meio de um jato proveniente do equipamento ou instalação que os utiliza, tendo por finalidade:

- proteger o operador, mantendo-o distante do foco;
- alcançar o fogo nas mais desfavoráveis condições;
- facilitar a distribuição gradativa e propícia do agente; e
- propiciar a penetração do agente no foco propriamente dito.

Os agentes extintores são utilizados por equipamentos e instalações de combate a incêndio – extintores portáteis ou carretas e instalações fixas (automáticas ou sob comando).

6.4.1.1 Principais agentes extintores

- água na forma líquida (jato ou neblina): utilizada em incêndios de Classe A;
- espuma mecânica (a espuma química foi proibida): utilizada em incêndios de Classes A e B;
- gás carbônico (CO₂): o uso é mais indicado para incêndios de Classes B e C;
- pó químico seco (PQS): utilizado em incêndios de Classes B e C;
- pó químico especial: para incêndios de classe D.

Quadro 10 – Agentes extintores

Classes de incêndio	água	espuma	CO ₂	PQS
	sim	sim	não	não
	não	sim	sim	sim
	não	não	sim	sim
	não	não	não	sim (especial)

6.4.2 Extintores de incêndio com carga d'água

A água é a substância mais difundida na natureza; é o agente extintor mais antigo e mais utilizado. Com características físicas próprias à ação extintora, ela propicia diversas maneiras de extinguir o fogo, através das ações de resfriamento, abafamento, emulsificação e diluição.

Em seu estado normal a água é líquida, mas pode tornar-se gelo, solidificando-se a 0°C, e pode se vaporizar através da ebulição, quando sua temperatura atinge 100°C, transformando-se em vapor, isto nas condições normais e ao nível do mar, pois as temperaturas citadas variam com a altitude (pressão).

Em situações de incêndio, o vapor d'água também funciona como agente extintor. Quando lançada sobre o fogo, a água é vaporizada pelas altas temperaturas e este volume de vapor desloca um igual volume de ar que envolve o fogo, reduzindo, portanto, o oxigênio necessário à combustão.

6.4.2.1 Condutividade elétrica da água

A água no estado natural contém impurezas que a tornam condutora. Ela não deve ser empregada em incêndios que envolvem equipamentos elétricos energizados; materiais reativos com a água (carbonatos, peróxidos, sódio metálico, pó de magnésio) e gases liquefeitos por resfriamento.

6.4.2.2 Classificação

Os extintores com carga d'água são classificados quanto ao uso e ao tipo.

Quanto ao uso:

- portáteis (massa de até 20 kg) e
- não-portáteis (massa acima de 20 kg).

Quanto ao tipo:

- Pressurização direta: comercialmente este extintor é denominado Extintor ÁGUA PRESSURIZADA. Nele o gás expelente já se encontra pressurizado junto com a água, dentro do recipiente. Sua descarga é controlada;
- Pressurização indireta: comercialmente este extintor é denominado Extintor ÁGUA-GÁS. A pressurização só é feita por ocasião do uso, através de um gás contido em ampola instalada dentro ou fora do recipiente. A descarga pode ser controlada por meio de gatilho ou sem controle.

6.4.3 Extintor do tipo água pressurizada



Como operar o extintor do tipo água pressurizada

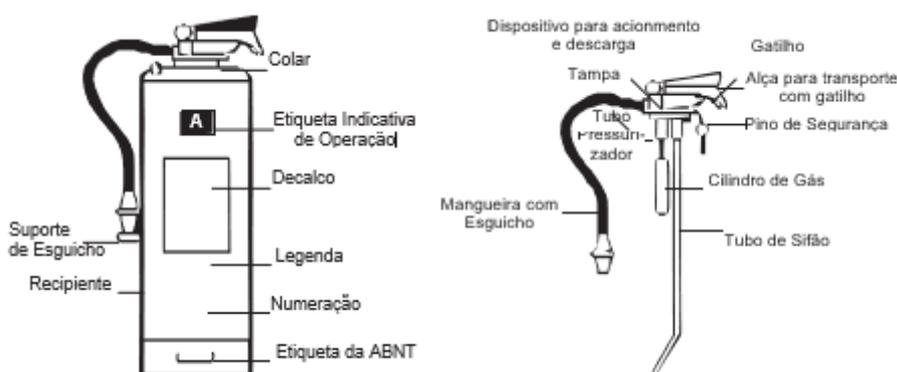
- 1- Levar o extintor ao local do fogo e colocar-se a uma distância segura e a favor do vento.
- 2- Empunhar a mangueira.
- 3- Atacar o fogo, dirigindo o jato para a base das chamas.

A manutenção do extintor é importante, pois quando se precisar dele estará em perfeito funcionamento. Para isso, deve ser revisado e testado hidrostáticamente a cada cinco anos, o agente trocado ao final de um ano de uso e o peso da ampola do gás expelente verificado a cada seis meses, no extintor de pressão indireta.

6.4.4 Extintor do tipo água-gás com cilindro interno e dispositivo para descarga controlada

Como operar o extintor do tipo água-gás com cilindro interno e dispositivo para descarga controlada.

- 1- Levar o extintor ao local do fogo e colocar-se a uma distância segura e a favor do vento.
- 2- Retirar o pino de segurança.
- 3- Empunhar a mangueira e atacar o fogo, dirigindo o jato para a base das chamas, controlando a descarga dos jatos.



VEJA
+

Leia e consulte sempre que necessário a norma ABNT- NBR 11715 - "Extintores de incêndio com carga d'água"

6.4.5 Extintores de incêndio com carga de espuma mecânica

A espuma destinada ao combate de incêndios é formada pela mistura de água, líquido gerador de espuma (LGE, de base proteínica ou sintética, usado na concentração de 3 ou 6%) e ar.

Inicialmente os LGEs se classificavam em formadores de espuma química ou mecânica de baixa expansão, mas com o tempo os formadores de espuma química foram sendo substituídos por LGEs formadores de espuma mecânica de baixa expansão. Como o próprio nome informa, o primeiro formava espuma como resultante de uma reação química entre seus constituintes e o segundo, pela ação mecânica na mistura de LGE com água e ar.

A espuma deve possuir baixa densidade e, assim, ela flutuará sobre os líquidos inflamáveis. Para que isso seja possível, a solução água/LGE deve incorporar grande quantidade de ar, expandindo a solução em pelo menos 5 vezes. Uma espuma de boa qualidade expande em torno de 9 vezes o volume original da solução água/LGE (dosagem de 6%), e isso possibilita a formação de um "colchão" sobre a superfície do líquido que impede a passagem dos vapores aquecidos e a isolando do contato com o ar por algum tempo após a aplicação.

A ação do colchão de espuma é de:

- abafar, isolando o combustível do comburente e extinguindo as chamas;
- contornar obstáculos em função da fluidez, resultado da ação dos tensoativos fluorados;
- confinar o incêndio: a espuma permite a extinção do incêndio por partes, mantendo a proteção nas áreas extintas e reduzindo a área em chamas;
- resfriar: por conter na fase líquida pelo menos 94% de água, ela atua também como um meio de troca de calor, ajudando a resfriar a superfície do combustível e os obstáculos sólidos;

- prevenir a reignição: protege a área extinta da reignição provocada por objetos quentes;
- selagem dos vapores: a ação dos tensoativos fluorados, que geram maior rapidez da drenagem líquida, permite a formação de um filme aquoso que permanece na superfície do combustível e, somados à espuma remanescente, geram um excelente selador dos vapores combustíveis.

6.4.5.1 Ação extintora

A principal ação extintora da espuma mecânica é o abafamento. Porém, em função da liberação da água, ela atua também por resfriamento.

A liberação de água não pode ser muito rápida para que o “colchão” não seja logo destruído. Para evitar essa ocorrência controla-se um parâmetro além da expansão: o tempo de drenagem da água contida na espuma (espuma de boa qualidade, com dosagem de 6% de LGE, apresenta um tempo de cerca de 15 min para drenar 25% do volume de água contido no “colchão”). Outro parâmetro importante é quanto à capacidade da espuma para se reconstituir caso parte da área do “colchão” seja destruída.

Os LGEs formadores de espuma mecânica de baixa expansão classificam-se em três grandes famílias, que são descritas a seguir pela ordem em que surgiram.

- LGEs Proteínicos: foram desenvolvidos a partir de proteína animal e com o tempo surgiram alternativas que os tornaram um pouco mais estáveis com a inclusão de tensoativos fluorados em sua fórmula. Surgiram então os LGEs Fluoroproteínicos.
- LGEs Fluoroproteínicos: esta mistura de proteína animal e compostos fluorados melhorou a qualidade da espuma formada e também do LGE. O concentrado ganhou estabilidade em tempo de estocagem e a espuma ganhou em fluidez e resistência térmica.
- LGEs Sintéticos-Fluorados: a última geração do desenvolvimento dos LGEs encontra-se nesse estágio, sendo totalmente sintéticos e fluorados. A performance melhorou significativamente.

6.4.5.2 Alterações no padrão dos extintores de espuma mecânica do tipo LGEs sintéticos-fluorados

- maior estabilidade do concentrado em estoque;
- maior fluidez da espuma na superfície do líquido em chamas;
- possibilidade de uso com água doce ou do mar;
- uso conjunto com pó químico seco, permitindo melhor sinergismo na extinção;
- melhor atuação em incêndio com derramamento de líquidos e em incêndio tridimensional;
- aplicações com equipamentos sem aspiração de ar; e
- possibilidade de uso em chuveiros automáticos.

6.4.5.3 Aplicações

A dosagem de LGE na espuma varia conforme os produtos envolvidos no incêndio. Para a extinção de um incêndio em derivados do petróleo, uma dosagem de 3% (97 partes de água + 3 partes de LGE) é suficiente; para o álcool, gasolina comum (que contém álcool) e outros solventes polares é necessária uma dosagem de 6% de LGE.

A espuma não é apropriada para incêndios em gases. Nos incêndios da Classe A apresenta relativa eficiência, sendo superior ao PQS e ao CO₂, porém inferior à água. Por conduzir eletricidade, o LGE não deve ser utilizado em incêndios da Classe C.

6.4.5.4 Classificação

Os extintores com carga de espuma mecânica são classificados quanto ao uso e ao tipo.

Quanto ao uso

- portáteis (massa de até 20 kg) e
- não-portáteis (massa acima de 20 kg): estacionários ou sobre rodas.

Quanto ao tipo

- pressurização direta e
- pressurização indireta.

Os extintores de espuma mecânica são indicados com ótimo resultado para incêndios de Classe B e com bom resultado para os de Classe A; todavia, são contraindicados para incêndios de Classe C.

VEJA
+

Leia e consulte a norma ABNT – NBR 11751/EB 1004 – “Extintores de incêndio com carga para espuma mecânica”.

6.4.6 Extintor do tipo espuma mecânica com pressurização direta



Como operar o extintor do espuma mecânica com pressurização direta

- 1- Levar o extintor ao local do fogo e colocar-se a uma distância segura e a favor do vento.
- 2- Empunhar a mangueira e retirar o pino de segurança.
- 3- Atacar o fogo, dirigindo o jato para a base das chamas.

Para manter o extintor em perfeito estado de funcionamento, é preciso que a cada cinco anos sofra um teste hidrostático em firma idônea, a cada 12 meses seja descarregado e carregado novamente, e semanalmente sofra inspeção visual.

Desde 10 de janeiro de 1990 vigora a determinação da Comissão Brasileira de Proteção contra Incêndios, da ABNT, que extinguiu as normas EB-17 e EB-52 relativas, respectivamente, a extintores de incêndio tipo soda-ácido (espuma química) e carga líquida sobre rodas. Os aparelhos antigos e em funcionamento, entretanto, continuam sendo recarregados e vistoriados até que sejam reprovados em ensaios ou impossibilitados de funcionar por falta de peças.

6.4.7 Extintores de incêndio com carga de gás carbônico

O dióxido de carbono ou gás carbônico – CO₂ vem sendo utilizado há muitos anos para a extinção de incêndios em líquidos inflamáveis, gases e em equipamento elétrico energizado. Com menor frequência é utilizado no combate a incêndios em materiais combustíveis ordinários como papéis, tecidos e outros materiais.

É um gás mais pesado que o ar, inerte na temperatura e pressão normais. Não tem cheiro, nem cor e não é condutor de eletricidade. Como extintor é armazenado na forma líquida em cilindros especiais de aço (o gás carbônico é acondicionado a uma pressão de 126 dgf /cm² - decigrama-

força / centímetro quadrado ou 1850 PSI - pounds per square inch = libras por polegada quadrada).

Quando aliviado da compressão, o líquido se vaporiza e sua rápida expansão baixa violentamente a temperatura – que alcança 78°C, e parte do gás é sublimado, transformando-se em pequenas partículas sólidas que formam uma neve carbônica conhecida como “gelo-seco”. O CO₂ é um produto comercial muito utilizado, por exemplo, nas indústrias de bebidas para produzir a efervescência dos refrigerantes comuns.

A densidade relativa do gás carbônico, comparada com a do ar a 0°C e uma atmosfera de pressão, é cerca de uma vez e meia mais pesada do que o ar. Essa é uma característica importante para suas propriedades de agente extintor, capacitado a substituir o ar acima da superfície em combustão, mantendo uma atmosfera abafadora.

Quanto à toxicidade, o CO₂ não é um gás venenoso, mas sufocante. Embora não seja considerado tóxico, pode provocar inconsciência e morte se utilizado em ambiente fechado, em concentrações necessárias para a extinção de incêndios. Numa concentração de 9% a maioria das pessoas pode resistir por alguns minutos sem perda da consciência, mas a exposição a concentrações mais altas pode incapacitar uma pessoa quase imediatamente, e isso ocorre pela falta de oxigênio no ar, que é retirado pelo gás carbônico.

6.4.7.1 Propriedades extintoras

Este agente extintor age pela redução da concentração de oxigênio ou pela diminuição dos produtos gasosos de um combustível na atmosfera, a um ponto tal que torne a combustão impossível.

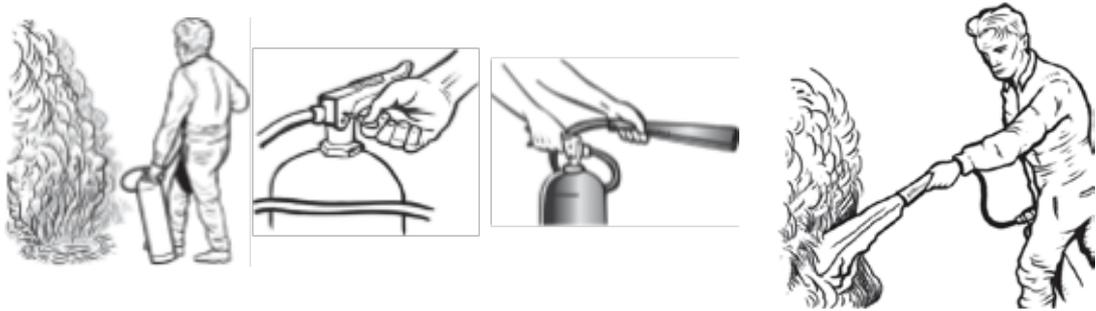
O gás carbônico deve ser usado para a extinção de incêndios especiais, em que se exige um agente extintor não-condutor de eletricidade, podendo ser usado com segurança em equipamento elétrico energizado. Sendo gás, pode penetrar e se espalhar por todas as partes da área incendiada. Não deixa resíduos, não é corrosivo e não contamina gêneros alimentícios.

A classificação dos extintores com carga de gás carbônico é feita em função do uso: portáteis (massa de até 25 kg) ou não-portáteis (massa acima de 25 kg).

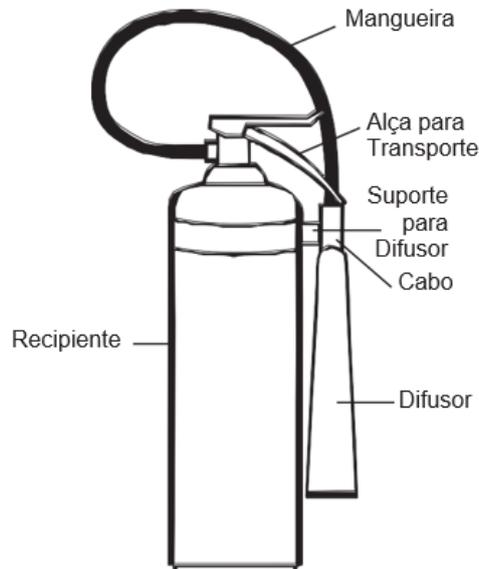
Os extintores de gás carbônico são indicados para incêndios de Classe C e sem grande eficiência para a Classe A. Não possuem contraindicação. Seu processo de extinção é por abafamento.

6.4.8 Extintores de incêndio com carga de gás carbônico portátil

Como operar o extintor com carga de Gás Carbônico portátil.



- 1- Levar o extintor ao local do fogo. Observar a direção do vento.
- 2- Retirar o pino de segurança.
- 3- Retirar o difusor do suporte e segurar pela empunhadura para proteger as mãos do operador.
- 4- Atacar o fogo, acionando o dispositivo de descarga e procurando cobrir toda a área atingida com movimentação da mão.



Como há possibilidade de vazamentos, este extintor deve ser pesado a cada três meses e descarregado e recarregado novamente toda vez que houver perda de mais de 10% no peso. A Norma Técnica estabelece o prazo de seis meses para a pesagem. As vistorias devem ser executadas, no máximo, a cada cinco anos.

VEJA
+

Leia e consulte a ABNT - NBR 11716 - "Extintores de incêndio com carga de gás carbônico".

6.4.9 Extintores de incêndio com carga de pó químico - PQS

O pó químico, para fins de combate a incêndio, é aquele composto de finíssimas partículas de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) com adição de determinados materiais específicos e submetido a tratamentos adequados para lhe dar resistência à vibração e duração quando embalado. Como agente extintor, é conhecido por sua alta eficiência na extinção de incêndios em líquidos inflamáveis, podendo ser usado na maioria dos incêndios em equipamentos elétricos.

Quanto à toxicidade, os ingredientes atualmente utilizados no pó químico não são tóxicos. Entretanto, uma descarga de grandes volumes pode causar dificuldades respiratórias temporárias durante e imediatamente após a descarga, além de dificultar seriamente a visibilidade.

O tamanho das partículas de pó varia de 10 a 75 microns, um fator muito importante na eficiência extintora, o que exige um cuidadoso controle para que elas não excedam ou fiquem aquém do tamanho ideal. As partículas menores são responsáveis pela extinção do incêndio, pois reagem quimicamente na combustão, interferindo na reação em cadeia, e as maiores servem de veículo para elas.

6.4.9.1 Propriedades extintoras

A descarga de pó químico interfere nos produtos intermediários formados durante a combustão e que são responsáveis por sua continuidade, quebrando desta forma a reação em cadeia.

6.4.9.2 Interferência na reação em cadeia

Por muitos anos foi mantida a crença de que a ação extintora do pó químico residia principalmente na ação abafadora do CO_2 , liberado pelo aquecimento do bicarbonato de sódio – NaHCO_3 pelas chamas. Não há dúvidas de que o gás carbônico contribui para a eficiência da ação extintora. Contudo, testes práticos revelaram que esse gás não é o principal fator de extinção (5 libras ou aproximadamente 2,3 kg de pó químico são tão eficientes quanto 10 libras ou 4,6 kg de CO_2). Ainda que todo pó químico seja decomposto, produzirá somente 26% de seu peso em CO_2 . Pode-se concluir que o pó químico não extingue o fogo por seus efeitos abafadores.

6.4.9.3 Proteção contra radiação

A descarga do pó químico produz uma nuvem entre as chamas e o operador que o protege por algum tempo do calor irradiado por elas.

6.4.9.4 Uso e limitações

Devido à rapidez com que o pó químico extingue as chamas, pode ser usado na extinção de incêndios da Classe A. Entretanto, sempre que o pó for utilizado para este tipo de incêndio, deverá ser suplementado com água na forma de neblina para a extinção de focos remanescentes e para os casos em que o fogo tenha se propagado em profundidade.

O pó químico é usado principalmente para a extinção de incêndios em líquidos inflamáveis. É eletricamente não-condutor, e por isso pode ser usado no combate a incêndios em líquidos

inflamáveis envolvidos por equipamentos elétricos energizados. É recomendado para incêndios das Classes B e C. Em incêndios da Classe C, envolvendo equipamentos elétricos delicados, como computadores, sua utilização não é recomendada, pois, além de ser corrosivo, fica impregnado nos componentes, dificultando a limpeza.

O pó químico de boa qualidade, quando usado de forma adequada, apresenta vida útil que pode chegar a cinco anos. Os fatores que mais influenciam na perda de qualidade do PQS são: umidade, temperatura e perda das partículas menores. A umidade determina o empedramento e a compactação do PQS, causando perda na fluidez e entupimento do extintor. A exposição do pó químico ao ambiente deve ser restringida ao mínimo, principalmente em locais onde a umidade relativa do ar é superior a 65%. A temperatura determina que parte do pó químico volte a sua condição original, ou seja, o carbonato de sódio (Na_2CO_3), resultando na diminuição da eficiência da extinção do fogo. A perda das partículas menores resulta na diminuição do poder de extinção, devido à menor reatividade do pó químico.

6.4.10 Extintor de pó químico seco

Os extintores carregados com compostos químicos em pó – tipo PQS, utilizam bicarbonato de sódio – NaHCO_3 (o mais comum), bicarbonato de potássio – KHCO_3 e cloreto de potássio – KCl , tratados com um estearato a fim de torná-los anti-higroscópicos e de fácil descarga. O agente propulsor pode ser o dióxido de carbono – CO_2 ou o nitrogênio – N_2 .

Anti-higroscópicos:
substâncias que impedem a absorção da água do ambiente

CO_2 é o agente mais empregado para a operação dos aparelhos portáteis, do tipo com cilindro de gás, enquanto que o nitrogênio é o agente indicado para o funcionamento dos tipos pressurizados e sobre rodas.

Os compostos químicos em pó são indicados para a extinção de fogo em líquidos inflamáveis ou em combustíveis e equipamentos elétricos de grande porte. O bicarbonato de sódio, de potássio e o cloreto de potássio têm condutividade elétrica igual à do ar atmosférico.

Para os casos de princípios de incêndio de Classe D, os compostos são à base de fosfato de monoamônia – $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, trifosfato de cálcio – $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, grafite – C e estearatos metálicos (sais orgânicos metálicos).

6.4.10.1 Classificação

Os extintores de incêndio com carga de pó químico são classificados quanto ao uso, ao tipo e à temperatura.

Quanto ao uso

- portáteis (massa de até 20 kg): para veículos (carga mínima de 1 kg) e de parede (carga mínima de 1 kg); e
- não-portáteis: estacionários ou sobre rodas.

Quanto ao tipo

- pressurizados; e
- com cilindro para o gás: interno ou externo.

Quanto à temperatura

- Faixa I (de -10°C a $+60^{\circ}\text{C}$);
- Faixa II (de -10°C a $+85^{\circ}\text{C}$); e
- Faixa III (de -10°C a valor superior a $+85^{\circ}\text{C}$).

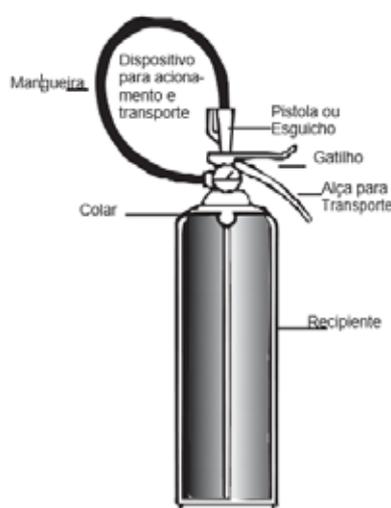
6.4.11 Extintor com carga de pó químico do tipo pressurizado

Os extintores carregados com compostos químicos em pó – tipo PQS, utilizam bicarbonato de sódio – NaHCO_3 (o mais comum), bicarbonato de potássio – KHCO_3 e cloreto de potássio – KCl , tratados com um estearato a fim de torná-los anti-higroscópicos e de fácil descarga. O agente propulsor pode ser o dióxido de carbono – CO_2 ou o nitrogênio – N_2 .

CO_2 é o agente mais empregado para a operação dos aparelhos portáteis, do tipo com cilindro de gás, enquanto que o nitrogênio é o agente indicado para o funcionamento dos tipos pressurizados e sobre rodas.

Os compostos químicos em pó são indicados para a extinção de fogo em líquidos inflamáveis ou em combustíveis e equipamentos elétricos de grande porte. O bicarbonato de sódio, de potássio e o cloreto de potássio têm condutividade elétrica igual à do ar atmosférico.

Para os casos de princípios de incêndio de Classe D, os compostos são à base de fosfato de monoamônia – $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, trifosfato de cálcio – $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, grafite – C e estearatos metálicos (sais orgânicos metálicos).



Como operar o extintor com carga de pó químico do tipo pressurizado.

- 1- Levar o extintor ao local do fogo e colocar-se a uma distância segura e a favor do vento.
- 2 - Empunhar a mangueira e retirar o pino de segurança.
- 3 - Retirar o difusor do suporte e segurar pela empunhadura para proteger as mãos do operador.
- 4 - Atacar o fogo, acionando o dispositivo de descarga e procurando cobrir toda a área atingida com movimentação da mão.

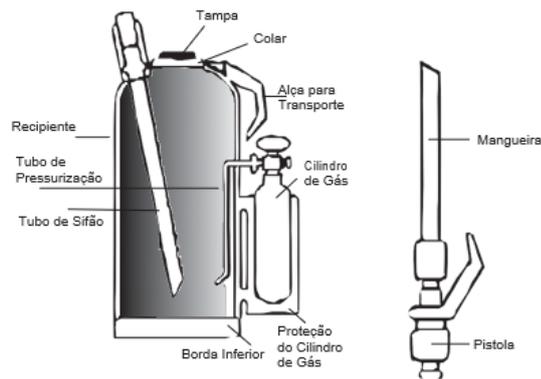
Para que o extintor tenha bom funcionamento, é preciso observar o manômetro para verificar se a pressão está dentro dos parâmetros.

6.4.12 Extintor PQS com cilindro de gás

Como operar extintor PQS com cilindro de gás.

- 1- Levar o extintor ao local do fogo e colocar-se a uma distância segura e a favor do vento.
- 2- Acionar a válvula do cilindro de gás.
- 3- Empunhar a pistola difusora e atacar o fogo; procurar cobrir toda a área atingida com movimentação rápida da mão.

Observar a validade estabelecida pelo fabricante para a substituição do agente extintor.



VEJA
+

Consulte a norma ABNT – NBR 10721 – “Extintores de incêndio com carga de pó químico”.

6.4.13 Sinalização, simbologia, localização e manutenção de extintores de incêndio

A sinalização dos extintores é importante para

- facilitar a localização;
- identificar o agente extintor, as classes de incêndio para as quais é adequado e a capacidade do aparelho;
- garantir que a manutenção seja feita por empresa certificada pelo INMETRO; e
- delimitar a área próxima ao aparelho.

Nos extintores de incêndio deve constar o selo com:

- código de identificação da empresa junto ao INMETRO;
- logotipo do INMETRO;
- logotipo da empresa;

- logotipo do organismo de certificação credenciado;
- capacidade do extintor expressa em kg (quilograma) ou L (litro) e capacidade extintora;
- número da Norma aplicável; e
- validade do teste hidrostático, que é contada cinco anos após a data de fabricação, expressa em “semestre / ano”.

Os adesivos devem ser padronizados com as seguintes identificações:

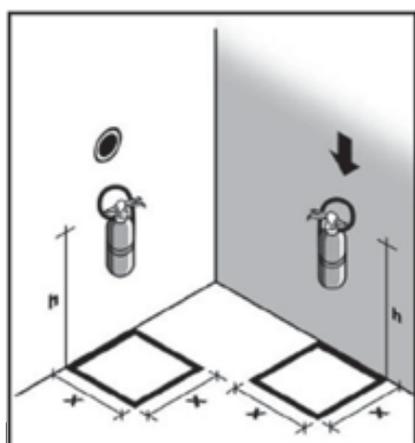
- Identificação do agente extintor: devem ser fixados aos aparelhos adesivos indicando o agente extintor e sua classificação quanto ao tipo;
- Identificação das classes de incêndio: deve ser feita utilizando um sistema de letras, figuras geométricas e cores, atendendo às condições estabelecidas na NBR 7532/82.

6.4.13.1 Marcação

Todo extintor deve ter marcada no recipiente a sigla do fabricante, o número de série, trimestre/ano de fabricação e número da Norma da ABNT. Em extintores de pó químico, de espuma e de água, a marcação deve ser feita na borda inferior, e nos extintores de CO₂, na calota (próximo à válvula de disparo).

6.4.13.2 Localização

Os extintores deverão ser colocados em locais de fácil acesso e visualização, com menor probabilidade de o fogo bloquear o acesso a eles. Extintores sobre rodas devem ter acesso livre a qualquer ponto das instalações sempre garantido. Não devem ser localizados nas paredes das escadas, nem podem ser encobertos por pilhas de materiais.



$x = 1\text{m}^2$ e $H = 1,6\text{m}$ (máximo)

6.4.13.3 Inspeção, manutenção e recarga dos extintores NBR 12962

A inspeção é feita por meio de exame que se realiza no extintor de incêndio com a finalidade de determinar se permanece nas condições originais de operação. Nela é verificado:

- o lacre;
- a pressão no manômetro (nos que possuem);
- o peso;
- os suportes e mangueiras (verificando se há cortes e/ou entupimentos);
- o gatilho; e
- a etiqueta, onde se informa a data da recarga e de reteste.

Os testes hidrostáticos são exigidos pela ABNT e devem ser feitos a intervalos regulares ou quando o extintor sofrer pancadas, exposição a altas temperaturas e corrosão. Os intervalos regulares de que fala a Norma são de cinco em cinco anos, contados a partir da data indicada na etiqueta do extintor.

A manutenção dos extintores de incêndio tem a finalidade de manter suas condições originais de operação após sua utilização ou quando requerido por uma inspeção. O termo “manutenção” deve ser entendido como sendo um trabalho que envolve descarga, desmontagem, reparo ou substituição de peças, teste hidrostático, pintura, marcação e recarga dos aparelhos.

As Normas também prescrevem intervalos máximos para a recarga dos extintores. Eles devem ser recarregados assim que forem usados, quando apresentarem variação no peso da ordem de 10% ou, ainda, anualmente, mesmo que não tiverem sido usados.

6.4.13.4 Distribuição dos extintores

A distribuição dos extintores de incêndio, em geral, obedece às exigências do Instituto de Resseguros do Brasil (IRB) informadas em sua publicação Tarifa de Seguro-Incêndio do Brasil. São elas:

- será exigido o mínimo de duas unidades extintoras para cada pavimento, mezanino, galeria, jirau ou risco isolado;
- permite-se a existência de apenas uma unidade extintora nos casos de área inferior a 50 m²;
- aos riscos constituídos por armazéns ou depósitos em que não haja processos de trabalho, a não ser operações de carga ou descarga, será permitida a colocação de extintores em grupos, em locais de fácil acesso, de preferência em mais de um grupo e próximo às portas de entrada ou saída.
- Os testes hidrostáticos são exigidos pela ABNT e devem ser feitos a intervalos regulares ou quando o extintor sofrer pancadas, exposição a altas temperaturas e corrosão. Os intervalos regulares de que fala a Norma são de cinco em cinco anos, contados a partir da data indicada na etiqueta do extintor.

Tabela 14 - Cálculo da unidade extintora

Agente extintor	Capacidade dos extintores	Número de extintores na Unidade Extintora
Água	10 L	1
Espuma	10 L	1
Dióxido de carbono (CO ₂)	6kg	1
	4kg	2
	2kg	3
	1kg	4
Pó químico seco	4kg	1
	2kg	2
	1kg	3

Todo extintor deve possuir uma ficha de controle onde será registrada a vida do equipamento: número de fabricação, marca, data da recarga, data do próximo teste hidrostático e tipo de manutenção realizada.

recapitulando

Neste capítulo conhecemos os aparelhos extintores de incêndio, sua utilização, manutenção e instalação.

7. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410:2008 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Rio de Janeiro, 2008.

NBR 5419:2005. Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas. Rio de Janeiro, 2015

NBR 14039:2005 – Instalações Elétricas de Média Tensão. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Secretaria de Trabalho. NR 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade. Brasília, 2019. Disponível em https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-10.pdf. Acesso em: 20 fev. 2020.

GUSSOW, Milton. Eletricidade Básica. São Paulo: Pearson Makron Books, 1997.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. Departamento Regional do Rio Grande do Sul. Curso Básico de Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Porto Alegre, RS: SENAI-DN, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSCIENTIZAÇÃO PARA OS PERIGOS DA ELETRICIDADE – ABRA-COPEL - Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica 2020 – Ano Base 2019. Saltos - SP, 2020.

COTRIM, Ademaro A. M. B. Instalações Elétricas. São Paulo: Prentice Hall, 2003

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. SENAI-RJ. Educação a Distância. Primeiros Socorros: Unidade de Estudo. Rio de Janeiro: DE/GEP/DIEAD, 2001. 98 p.

FELTRE, Ricardo. Fundamentos da Química. Vol. Único. São Paulo: Moderna, 2002.

KINDERMANN, Geraldo. Choque Elétrico. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 2000.

TIMERMAN, Sérgio. Reanimação cardíaca. Disponível em: < <http://www.drauziovarella.com.br/ExibirConteudo/2717/reanimacao-cardiaca>>. Acesso em: 01 JUN. 2010.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. Departamento Nacional. Curso Básico de Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Brasília: SENAI-DN, 2007.

Departamento Regional do Rio Grande do Sul. Curso Básico de Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Porto Alegre, RS: SENAI-DN, 2011.

Departamento Regional do Rio Grande do Sul. Espaços Confinados – NR33. Porto Alegre, RS, 2008.

SOUZA, Alexandre Batista de; et al. Guia Prático de Implementação dos Treinamentos da NR 10. Rio de Janeiro: 2006.

NBR 16384:2020 – Segurança em eletricidade – Recomendações e orientações para trabalho seguro em serviços com eletricidade. Rio de Janeiro, 2020.

NR-06:2018 – Equipamentos de Proteção Individual. Brasília 2018. Disponível em: <https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-06.pdf> Acesso em: 10 abril. 2020.

Departamento Regional do Rio Grande do Sul. Curso Básico de Segurança em Instalações em Eletricidade NR 10, Unidade de Estudo 2. Porto Alegre: SENAI. DN, 2011.

Departamento Regional do Rio Grande do Sul. Curso Básico de Segurança em Instalações em Eletricidade NR 10, Unidade de Estudo 3. Porto Alegre: SENAI. DN, 2011.

NBR-14039:2005 - Instalações Elétricas de Média Tensão, de 1,0 kV a 36,2 kV. Rio de Janeiro, 2005.

NBR-5410:2004. Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Rio de Janeiro, 2004.

NBR IEC 60079-14:2009 Atmosferas explosivas: Projeto, seleção e montagem de instalações elétricas. Rio de Janeiro, 2009.

BÖHM, György Miklós. Cobras: reconhecimento das cobras venenosas. Saúde Total. São Paulo, Universidade de São Paulo, [s.d.]. Disponível em: <<http://www.saudetotal.com.br/artigos/meio-ambiente/animais/cobras/reconhecimento.asp>>. Acesso em: 27 abr. 2010.

DICAS importantes. Trilhas RJ. Disponível em: <http://www.trilhasrj.com.br/integra_dicasimportantes.php?secao=dicasimportantes&id=3>. Acesso em: 27 abr. 2010.

FAZ FÁCIL: o site que ensina a fazer. Saúde: Pragas Domésticas - Marimbondos. p. 1. Disponível em: <<http://www.fazfacil.com.br/saude/marimbondos.html>>. Acesso em: 27 abr. 2010.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. SERVIÇO

NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – RJ. Primeiros Socorros: Unidade de Estudo. Rio de Janeiro: DE/GEP/DIED, 2001.

FUNDACENTRO. Ministério do Trabalho e Emprego. Prevenção de Acidentes com Animais Peçonhentos. São Paulo. Disponível em: <<http://www.butantan.gov.br>>. Acesso em: 10 maio 2005.

MOREIRA, Laurentino. Primeiros Socorros: Venenos, mordeduras e picadas. Disponível em: <<http://farmaceutico.com.sapo.pt/socorro.html>>. Acesso em: 27 abr. 2010.

PORTAL CURIOSIDADE ANIMAL. Escorpião. Disponível em: <http://www.curiosidadeanimal.com/ven_ins_escorpiao.shtml>. Acesso em: 27 abr. 2010.

Vespas. Disponível em: <http://www.curiosidadeanimal.com/ven_ins_vedpas.shtml>. Acesso em: 27 abr. 2010.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. Departamento Nacional. Curso Básico de Segurança em Instalações em Eletricidade. Brasília: SENAI-DN, 2005.

Curso Básico de Segurança em Instalações em Eletricidade – NR10 a Distância: Primeiros Socorros. Porto Alegre, 2006. (Coleção NR10 EAD, 5).

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO. Departamento de Engenharia. Instituto de Tecnologia. Riscos de picadas com animais peçonhentos. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/peconha.htm>>. Acesso em: 27 abr. 2010.

CASA OLIVETTI. Classes de incêndio. [s.d.] Disponível em: <<http://www.casaolivetti.com.br/classes.html>>. Acesso em: 28 abr. 2010.

Curso Básico de Segurança em Instalações em Eletricidade – NR-10 a Distância: Prevenção e Combate a Incêndios. Porto Alegre, 2006. (Coleção NR-10 EAD, 6).