



# APOSTILA NR10

## Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade





# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Sumário

- 10.1. Objetivo e campo de aplicação;
- 10.2. Medidas de controle;
- 10.3. Segurança em projetos;
- 10.4. Segurança na construção, montagem, operação e manutenção;
- 10.5. Segurança em instalações desenergizadas;
- 10.6. Segurança em instalações energizadas;
- 10.7. Trabalho envolvendo alta tensão;
- 10.8. Habilitação, qualificação, capacit. E autorização dos trabalhadores;
- 10.9. Proteção contra incêndio e explosão;
- 10.10. Sinalização de segurança;
- 10.11. Procedimentos de trabalho;
- 10.12. Situação de emergência;
- 10.13. Responsabilidades;
- 10.14. Disposições finais.
  - glossário.
  - anexo II - zona de risco e zona controlada;
  - anexo III - treinamento
  - anexo IV - prazos para cumprimento.

## Riscos Elétricos

Apresentação

Riscos em instalações e serviços com eletricidade

Choque elétrico

Arco elétrico

Campos eletromagnéticos

Riscos adicionais

Acidentes de origem elétrica

Técnicas de análise de riscos

Conceitos básicos

Principais técnicas para identificação dos riscos/perigos

Análise preliminar de riscos

Medidas de controle do risco elétrico

Desenergização

Aterramento

Eqüipotencialização

Seccionamento automático da alimentação

Dispositivo de proteção a corrente diferencial-residual – DR

Proteção por extra-baixa tensão

Proteção por barreiras e invólucros

Proteção por obstáculos e anteparos

Proteção por isolamento das partes vivas

Proteção parcial por colocação fora de alcance



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

Normas Técnicas Brasileiras  
Normas ABNT  
Regulamentações do MTE  
Rotinas de trabalho  
Procedimentos de trabalho  
Liberação para serviços  
Responsabilidades  
Documentação de instalações elétricas  
Referências

## Prevenção e Combate à Incêndios

Introdução  
Teoria do fogo  
Propagação do fogo  
Pontos e temperaturas importantes do fogo  
Classes de incêndio  
Métodos de extinção do fogo  
Extintores de incêndio  
Agentes extintores  
Prevenção de incêndio  
Instruções gerais em caso de emergências  
Outras recomendações deveres e obrigações

## Primeiros Socorros

Introdução  
Objetivo  
Avaliação inicial  
Análise primária  
Colar cervical  
Análise secundária



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Riscos Elétricos

### Apresentação

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

Embora todos nós estejamos sujeitos aos riscos da eletricidade, se você trabalha diretamente com equipamentos e instalações elétricas ou próximo delas, tenha cuidado. O contato com partes energizadas da instalação pode fazer com que a corrente elétrica passe pelo seu corpo, e o resultado são o choque elétrico e as queimaduras externas e internas. As conseqüências dos acidentes com eletricidade são muito graves, provocam lesões físicas e traumas psicológicos, e muitas vezes são fatais. Isso sem falar nos incêndios originados por falhas ou desgaste das instalações elétricas. Talvez pelo fato de a eletricidade estar tão presente em sua vida, nem sempre você dá a ela o tratamento necessário.

Como resultado, os acidentes com eletricidade ainda são muito comuns mesmo entre profissionais qualificados. No Brasil, ainda não temos muitas estatísticas específicas sobre acidentes cuja causa está relacionada com a eletricidade. Entretanto, é bom conhecer alguns números a esse respeito.

No Brasil, se considerarmos apenas o Setor Elétrico, assim chamado aquele que reúne as empresas que atuam em geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, temos alguns números que chamam a nossa atenção. Em 2002, ocorreram 86 acidentes fatais nesse setor, incluídos aqueles com empregados das empreiteiras. A esse número, entretanto, somam-se 330 mortes que ocorreram nesse mesmo ano com membros da população que, de diferentes formas, tiveram contato com as instalações pertencentes ao Setor Elétrico. Como exemplo desses contatos fatais, há os casos que ocorreram em obras de construção civil, contatos com cabos energizados, ligações clandestinas, instalações de antenas de TV, entre tantas outras causas. Um relatório completo é divulgado anualmente pela Fundação COGE.

Para completar, entre 1.736 acidentes do trabalho analisados pelo Sistema Federal de Inspeção do Trabalho, no ano de 2003, a exposição à corrente elétrica encontra-se entre os primeiros fatores de morbidade/mortalidade, correspondendo a 7,84% dos acidentes analisados.

Os principais riscos serão apresentados e você irá aprender a reconhecê-los e a adotar procedimentos e medidas de controle, previstos na legislação e nas normas técnicas, para evitar acidentes. Da sua preparação, estudo e disciplina vão depender a segurança e a vida de muitas outras pessoas, incluindo você. Pense nisso!

### Riscos em Instalações e Serviços com Eletricidade

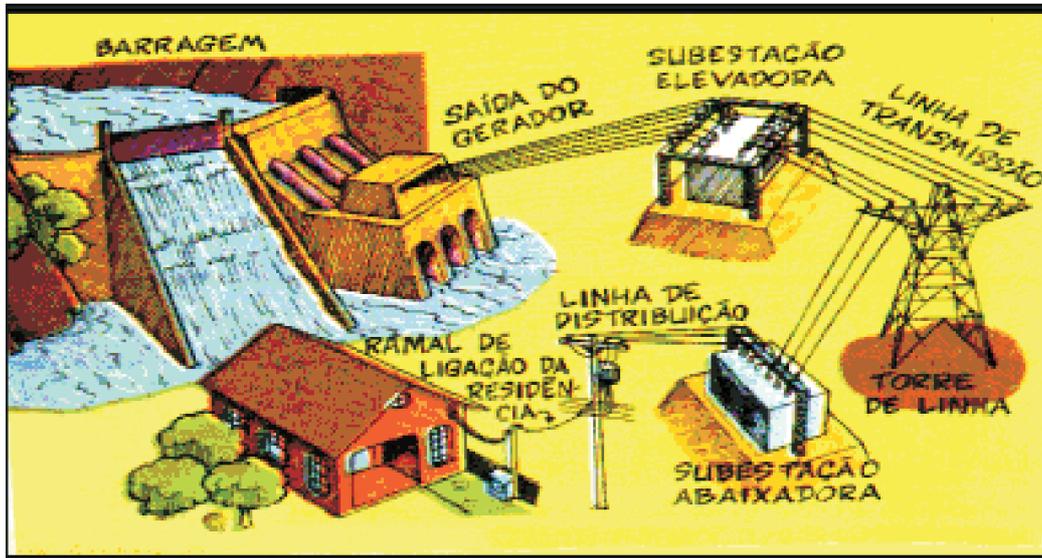
Há diferentes tipos de riscos devido aos efeitos da eletricidade no ser humano e no meio ambiente. Os principais são o choque elétrico, o arco elétrico, a exposição aos campos eletromagnéticos e o incêndio. Neste módulo você vai descobrir como a eletricidade pode causar tantos males.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## ... Os caminhos da eletricidade



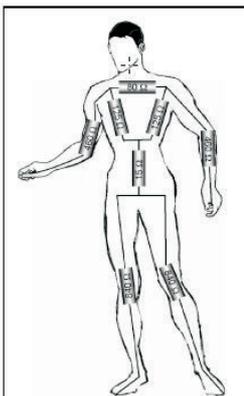
### Choque Elétrico

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

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

- Correntes de choques de baixa intensidade, provenientes de acidentes com baixa tensão, sendo o efeito mais grave a considerar as paradas cardíacas e respiratórias;
- Correntes de choques de alta intensidade, provenientes de acidentes com alta-tensão, sendo o efeito térmico o mais grave, isto é, queimaduras externas e internas no corpo humano.

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



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



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Tipos de Choques Elétricos

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

### Choque Estático

É obtido pela descarga de um capacitor ou devido à descarga eletrostática.

Descarga estática – É o efeito capacitivo presente nos mais diferentes materiais e equipamentos com os quais o homem convive. Um exemplo típico é o que acontece em veículos que se movem em climas secos. Com o movimento, o atrito com o ar gera cargas elétricas que se acumulam ao longo da estrutura externa do veículo. Portanto, entre o veículo e o solo passa a existir uma diferença de potencial. Dependendo do acúmulo das cargas, poderá haver o perigo de faiscamentos ou de choque elétrico no instante em que uma pessoa desce ou toca no veículo.

### Choque Dinâmico

É o que ocorre quando se faz contato com um elemento energizado.

Este choque se dá devido ao:

- toque acidental na parte viva do condutor;
- toque em partes condutoras próximas aos equipamentos e instalações, que ficaram energizadas acidentalmente por defeito, fissura ou rachadura na isolação. Este tipo de choque é o mais perigoso, porque a rede de energia elétrica mantém a pessoa energizada, ou seja, a corrente de choque persiste continuamente.

O corpo humano é um organismo resistente, que suporta bem o choque elétrico nos primeiros instantes, mas com a manutenção da corrente passando pelo corpo, os órgãos internos vão sofrendo conseqüências. Isto se dá pelo fato de o choque elétrico produzir diversos efeitos no corpo humano, tais como:

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

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

### Tensão de Toque

Tensão de toque é a tensão elétrica existente entre os membros superiores e inferiores do indivíduo, devido a um choque dinâmico. Exemplo de um defeito de ruptura na cadeia de isoladores de uma torre de transmissão (tensão de toque):

O cabo condutor ao tocar na parte metálica da torre produz um curto-circuito do tipo monofásico à terra. A corrente de curto-circuito passará pela torre, entrará na terra e percorrerá o solo até atingir a malha da subestação, retornando pelo cabo da linha de transmissão até o local do curto. No solo, a corrente de curto-circuito gerará potenciais distintos desde o "pé" da torre até uma distância remota.

Uma pessoa tocando na torre no momento do curto-circuito ficará submetida a um choque proveniente da tensão de toque. Entre a palma da mão e o pé haverá uma diferença de potencial chamada de tensão de toque.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Tensão de Passo

A tensão de passo é a tensão elétrica entre os dois pés no instante da operação ou defeito tipo curto-circuito monofásico à terra no equipamento. No caso da torre de transmissão, a pessoa receberá entre os dois pés a tensão de passo. Nos projetos de aterramento considera-se a distância entre os dois pés de 1 metro.

Observe que as tensões geradas no solo pelo curto-circuito criam superfícies equipotenciais. Se a pessoa estiver com os dois pés na mesma superfície de potencial, a tensão de passo será nula, não havendo choque elétrico. A tensão de passo poderá assumir uma gama de valores que vai de zero até a máxima diferença entre duas superfícies equipotenciais separadas de 1 metro.

Um agravante é que a corrente de choque devido à tensão de passo contrai os músculos da perna e coxa, fazendo a pessoa cair e, ao tocar no solo com as mãos, a tensão se transforma em tensão de toque no solo. Nesse caso, o perigo é maior, porque o coração está contido no percurso da corrente de choque. No gado, a tensão de passo se transforma em tensão entre patas. Essa tensão é maior que a tensão de passo do homem, com o agravamento de que no gado a corrente de choque passa pelo coração.

## Proteção Contra Choques Elétricos

O princípio que fundamenta as medidas de proteção contra choques elétricos, conforme a NBR 5410/2004, pode ser resumido por:

1. partes vivas de instalações elétricas não devem ser acessíveis;

2. massas ou partes condutivas acessíveis não devem oferecer perigo, seja em condições normais, seja, em particular, em caso de alguma falha que as torne acidentalmente vivas.

No caso 1, o choque elétrico acontece quando se toca inadvertidamente a parte viva do circuito de instalação de energia elétrica. Acontece somente quando duas ou mais partes do corpo tocam simultaneamente duas fases ou uma fase e a massa aterrada do equipamento elétrico. Nesse caso, a corrente elétrica do choque é atenuada pela:

- resistência elétrica do corpo humano;
- resistência do calçado;
- resistência do contato do calçado com o solo;
- resistência da terra no local dos pés no solo;
- resistência do aterramento da instalação elétrica no ponto de alimentação de energia.

prover medidas de proteção básicas que visem impedir o contato com partes vivas perigosas em condições normais, como por exemplo:

- Isolação básica ou separação básica;
- Uso de barreira ou invólucro;
- Limitação de tensão.

No caso 2, o choque ocorre quando regiões neutras ficam com diferença de potencial devido a um curto-circuito na instalação ou nos equipamentos. Deve-se notar que nesse tipo de choque a pessoa está tocando ou pisando regiões ou elementos não energizados da instalação. Porém, no momento do curto-circuito, ou mais precisamente durante este, estas áreas neutras ficam com diferença de potencial, advindo daí o choque elétrico.

Neste caso devem-se prover medidas de proteção supletivas que visem suprir a proteção contra choques em caso de falha da proteção básica, como por exemplo:

- Equipotencialização e seccionamento automático da alimentação;
- Isolação suplementar;
- Separação elétrica.

Fatores determinantes da gravidade do choque

Os principais fatores que determinam a gravidade do choque elétrico são:

- Percurso da corrente elétrica;
- Características da corrente elétrica;
- Resistência elétrica do corpo humano.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Efeitos dos Choques Elétricos em Função do Trajeto

Outro fator que influencia nas conseqüências do acidente por choque elétrico é o trajeto que a corrente faz pelo corpo do acidentado. Isso é um dado importante, se considerarmos que é mais fácil prestar socorro a uma pessoa que apresente asfixia do que a uma pessoa com fibrilação ventricular, já que neste caso é exigido um processo de reanimação por massagem cardíaca que nem toda pessoa que está prestando socorro sabe realizar.

As figuras a seguir apresentam os prováveis locais por onde poderá se dar o contato elétrico, o trajeto da corrente elétrica e a porcentagem de corrente que passa pelo coração.

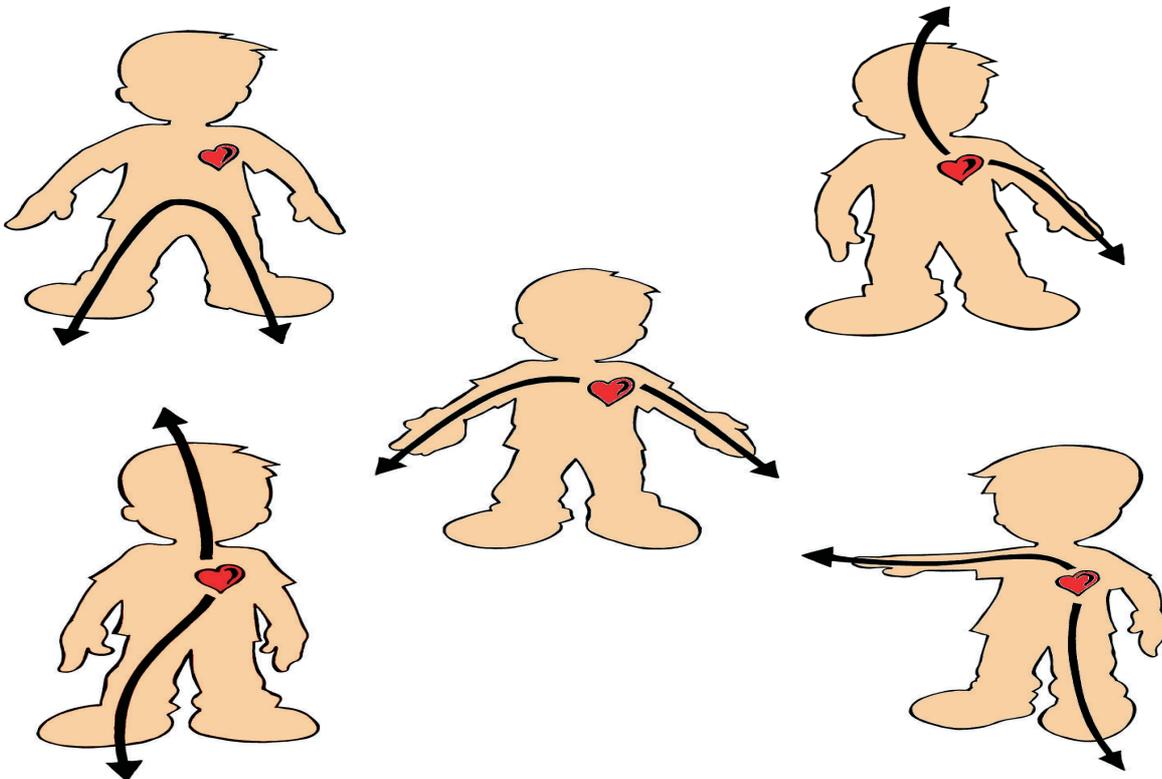
### LOCAL DE ENTRADA TRAJETO PORCENTAGEM DA CORRENTE

figura A Da cabeça para o pé direito 9,7%

figura B Da mão direita para o pé esquerdo 7,9%

figura C Da mão direita para a mão esquerda 1,8%

figura D Da cabeça para a mão esquerda 1,8%



### Características da Corrente Elétrica

Outros fatores a determinar a gravidade do choque elétrico são as características da corrente:

#### Corrente Contínua (CC)

A fibrilação ventricular só ocorrerá se a corrente contínua for aplicada durante um instante curto específico e vulnerável do ciclo cardíaco.

#### Corrente Alternada (CA)

Entre 20 e 100 Hz, são as que oferecem maior risco. Especificamente as de 60 Hz, normalmente usadas nos sistemas de fornecimento de energia elétrica, são as mais perigosas, uma vez que se situam próximo à frequência na qual a possibilidade de ocorrência da fibrilação ventricular é maior. Para correntes alternadas de frequências elevadas, acima de 2 000 Hz, as possibilidades de ocorrência de choque elétrico são pequenas, contudo, ocorrerão queimaduras, devido a corrente tender a circular pela parte externa do corpo, ao invés da interna.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Efeitos de Choques Elétricos em Função do Tempo de Contato e Intensidade de Corrente

A relação entre tempo de contato e intensidade de corrente é um agravante nos acidentes por choque elétrico. Como podemos observar no gráfico, a norma NBR 6533, da ABNT, define cinco zonas de efeitos para correntes alternadas de 15 a 100 Hz, admitindo a circulação entre as extremidades do corpo em pessoas com 50 kg

INTENSIDADE DA CORRENTE ALTERNADA (50 / 60 HZ) QUE PERCORRE O CORPO	PERTURBAÇÕES POSSÍVEIS DURANTE O CHOQUE	ESTADO POSSÍVEL	SALVAMENTO	RESULTADO FINAL
 1 mA (temp. <math>t_p</math>)	NENHUMA.	NORMAL.	---	NORMAL.
 1 a 9 mA (temp. <math>t_p</math>)	DEBILIZAÇÃO CARDÍACA E MARRAS DEBILIDADAS VÍVEIS, À MEDIDA QUE A INTENSIDADE AUMENTA. CONTRAÇÃO MUSCULARS.	NORMAL.	DESNECESSÁRIO.	NORMAL.
 9 a 10 mA (temp. <math>t_p</math>)	DEBILIZAÇÃO DO CORPO. CONTRAÇÃO DE VÍDEO LENTAS. APOXIA. ANOXIA. ANOXEMIA. PERTURBAÇÃO DE CIRCULATÓRIA.	MORTE APARENTE.	RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL.	REESTABELECIMENTO.
 10 a 100 mA (temp. <math>t_p</math>)	DEBILIZAÇÃO INSUPOSTÁVEL. CONTRAÇÃO DE VÍDEO LENTAS. APOXIA. ANOXIA. ANOXEMIA. FIBRILAÇÃO VENTRICULARS.	MORTE APARENTE.	RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL.	MUITAS VEZES NÃO HÁ TEMPO DE SALVAR E A MORTE OCORRE EM POUCOS MINUTOS.
 Acima de 100 mA (temp. <math>t_p</math>)	APOXIA IMEDIATA. FIBRILAÇÃO VENTRICULARS. ALTERAÇÃO DE MUSCULARS. QUEIMADURAS.	MORTE POSTERIOR OU IMEDIATA.	MUITO DIFÍCIL.	MORTE.
 Vários Amperes	APOXIA IMEDIATA. QUEIMADURAS GRAVES.	MORTE POSTERIOR OU IMEDIATA.	PRATICAMENTE IMPOSSÍVEL.	MORTE.

Nota: A intensidade da corrente e o tempo de exposição, são fatores determinantes.

### Resistência elétrica do corpo humano

A intensidade da corrente que circulará pelo corpo da vítima dependerá, em muito, da resistência elétrica que esta oferece à passagem da corrente, e também de qualquer outra resistência adicional entre a vítima e a terra. A resistência que o corpo humano oferece à passagem da corrente é quase que exclusivamente devida à camada externa da pele, a qual é constituída de células mortas. Esta resistência está situada entre 100 000 ohms e 600 000 ohms, quando a pele encontra-se seca e não apresenta cortes e a variação apresentada é em função da espessura. Quando esta, no entanto, encontra-se úmida, condição mais facilmente encontrada na prática, a resistência elétrica do corpo pode ser muito baixa, atingindo 500 ohms. Esta baixa é originada pelo fato de que a corrente pode então passar pela camada interna da pele, que apresenta menor resistência elétrica.

Ao estar com cortes, a pele também pode oferecer uma baixa resistência. A resistência oferecida pela parte interna do corpo, constituída pelo sangue, músculos e demais tecidos, comparativamente à da pele é bem baixa, medindo normalmente 300 ohms, em média, e apresentando um valor máximo de 500 ohms.

As diferenças da resistência elétrica apresentada pela pele à passagem da corrente, ao estar seca ou molhada, podem ser grandes, como vimos. Com isso, podem influir muito na possibilidade de uma pessoa vir a sofrer um choque elétrico.

### Sintomas do choque no indivíduo

Manifestam-se por:

- Parada respiratória – inibição dos centros nervosos, inclusive dos que comandam a respiração.
- Parada cardíaca – alteração no ritmo cardíaco, podendo produzir fibrilação e uma conseqüente parada.
- Necrose – resultado de queimaduras profundas produzidas no tecido.
- Alteração no sangue – provocada por efeitos térmicos e eletrolíticos da corrente elétrica.
- Perturbação do sistema nervoso.
- Seqüelas em vários órgãos do corpo humano.

Se o choque elétrico for devido ao contato direto com a tensão da rede, todas as manifestações podem ocorrer.

Para os choques elétricos devido à tensão de toque e à de passo impostas pelo sistema de aterramento durante o defeito na rede elétrica, a manifestação mais importante a ser considerada é a fibrilação ventricular do coração, que ainda iremos abordar mais a seguir.

Parada cardíaca é a falta total de funcionamento do coração. Quando ele está efetivamente parado, o sangue não é mais bombeado, a pressão cai a zero e a pessoa perde os sentidos. Nesse estado as fibras musculares estão inativas, interrompendo o batimento cardíaco.

Fibrilação ventricular no coração humano é um fenômeno diferente da parada cardíaca, mas com conseqüências idênticas. Na fibrilação ventricular as fibras musculares do coração ficam tremulando desordenadamente, havendo, em conseqüência, uma total ineficiência no bombeamento do sangue.

## Sintomas da Queimadura Devido ao Choque Elétrico

Quando uma corrente elétrica passa através de uma resistência elétrica é liberada uma energia térmica. Este fenômeno é denominado Efeito Joule.

O calor liberado aumenta a temperatura da parte atingida do corpo humano, podendo produzir vários efeitos e sintomas, que podem ser:

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

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

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

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

Choques elétricos em baixa tensão têm pouco poder térmico. O problema maior é o tempo de duração, que, se persistir, pode levar à morte, geralmente por fibrilação ventricular do coração.

A queimadura também é provocada de modo indireto, isto é, devido ao mau contato ou a falhas internas no aparelho elétrico. Neste caso, a corrente provoca aquecimentos internos, elevando a temperatura a níveis perigosos.

## Proteção Contra Efeitos Térmicos

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

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

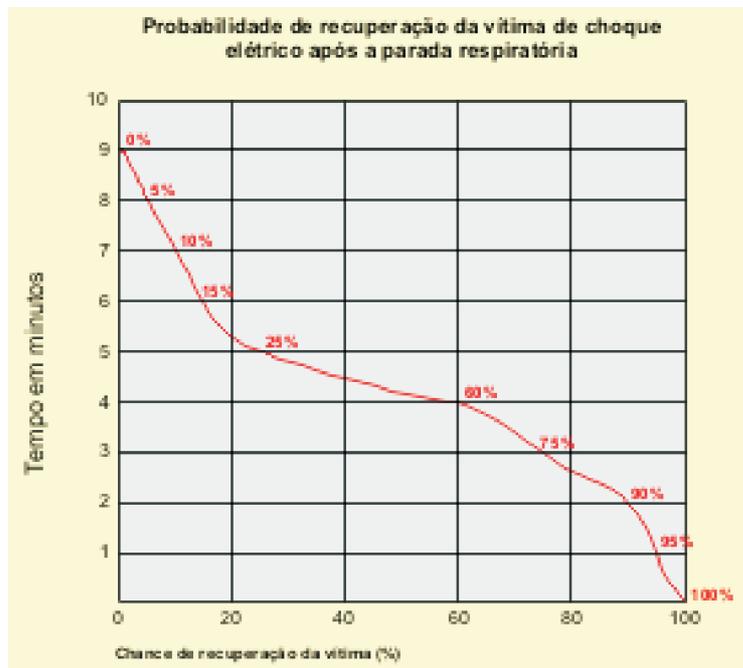
## Proteção Contra Queimaduras

As partes acessíveis de equipamentos elétricos situados na zona de alcance normal não devem atingir temperaturas que possam causar queimaduras em pessoas e devem atender aos limites de temperaturas, ainda que por curtos períodos, determinados pela NBR 14039 e devem ser protegidas contra qualquer contato acidental.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho



## Arco Elétrico

Toda vez que ocorre a passagem de corrente elétrica pelo ar ou outro meio isolante (óleo, por exemplo) está ocorrendo um arco elétrico.

O arco elétrico (ou arco voltaico) é uma ocorrência de curtíssima duração (menor que 1/2 segundo), e muitos são tão rápidos que o olho humano não chega a perceber.

Os arcos elétricos são extremamente quentes. Próximo ao "laser", eles são a mais intensa fonte de calor na Terra. Sua temperatura pode alcançar 20 000°C. Pessoas que estejam no raio de alguns metros de um arco podem sofrer severas queimaduras. Os arcos elétricos são eventos de múltipla energia. Forte explosão e energia acústica acompanham a intensa energia térmica. Em determinadas situações, uma onda de pressão também pode se formar, sendo capaz de atingir quem estiver próximo ao local da ocorrência.

## Conseqüências de Arcos Elétricos (Queimaduras e Quedas)

Se houver centelha ou arco, a temperatura deste é tão alta que destrói os tecidos do corpo. Todo cuidado é pouco para evitar a abertura de arco através do operador. Também podem desprender-se partículas incandescentes que queimam ao atingir os olhos. O arco pode ser causado por fatores relacionados a equipamentos, ao ambiente ou a pessoas. Uma falha pode ocorrer em equipamentos elétricos quando há um fluxo de corrente não intencional entre fase e terra, ou entre múltiplas fases. Isso pode ser causado por trabalhadores que façam movimentos bruscos ou por descuido no manejo de ferramentas ou outros materiais condutivos quando estão trabalhando em partes energizadas da instalação ou próximo a elas. Outras causas podem estar relacionadas a equipamentos, e incluem falhas em partes condutoras que integram ou não os circuitos elétricos.

Causas relacionadas ao ambiente incluem a contaminação por sujeira ou água ou pela presença de insetos ou outros animais (gatos ou ratos que provocam curtos-circuitos em barramentos de painéis ou subestações).

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

A severidade da lesão para as pessoas na área onde ocorre a falha depende da energia liberada durante a falha, da distância que separa as pessoas do local e do tipo de roupa utilizada pelas pessoas expostas ao arco. As mais sérias queimaduras por arco voltaico envolvem a ignição da roupa da vítima pelo calor do arco elétrico. Tempos relativamente longos (30 a 60 segundos, por exemplo) de queima contínua de uma roupa comum aumentam tanto o grau da queimadura quanto a área total atingida no corpo. Isso afeta diretamente a gravidade da lesão e a própria sobrevivência da vítima.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

A proteção contra o arco elétrico depende do cálculo da energia que pode ser liberada no caso de um curto-circuito. As vestimentas de proteção adequadas devem cobrir todas as áreas que possam estar expostas à ação das energias oriundas do arco elétrico. Portanto, muitas vezes, além da cobertura completa do corpo, elas devem incluir capuzes. O que agora nos parece óbvio, nem sempre foi observado, isto é, se em determinadas situações uma análise de risco nos indica a necessidade de uma vestimenta de proteção contra o arco elétrico, essa vestimenta deve incluir proteção para o rosto, pescoço, cabelos, enfim, as partes da cabeça que também possam sofrer danos se expostas a uma energia térmica muito intensa.

Além dos riscos de exposição aos efeitos térmicos do arco elétrico, também está presente o risco de ferimentos e quedas, decorrentes das ondas de pressão que podem se formar pela expansão do ar.

Na ocorrência de um arco elétrico, uma onda de pressão pode empurrar e derrubar o trabalhador que está próximo da origem do acidente. Essa queda pode resultar em lesões mais graves se o trabalho estiver sendo realizado em uma altura superior a dois metros, o que pode ser muito comum em diversos tipos de instalações.

## Proteção Contra Perigos Resultantes de Faltas por Arco Elétrico

Os dispositivos e equipamentos que podem gerar arcos durante a sua operação devem ser selecionados e instalados de forma a garantir a segurança das pessoas que trabalham nas instalações.

Temos relacionadas algumas medidas para garantir a proteção contra os perigos resultantes de faltas por arco:

- Utilização de um ou mais dos seguintes meios:
  - » dispositivos de abertura sob carga;
  - » chave de aterramento resistente ao curto-circuito presumido;
  - » sistemas de intertravamento;
  - » fechaduras com chave não intercambiáveis.
- Corredores operacionais tão curtos, altos e largos quanto possível;
- Coberturas sólidas ou barreiras ao invés de coberturas ou telas;
- Equipamentos ensaiados para resistir aos arcos internos;
- Emprego de dispositivos limitadores de corrente;
- Seleção de tempos de interrupção muito curtos, o que pode ser obtido através de relés instantâneos ou através de dispositivos sensíveis a pressão, luz ou calor, atuando em dispositivos de interrupção rápidos;
- Operação da instalação.

## Campos Eletromagnéticos

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

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

Denomina-se campo magnético toda região do espaço na qual uma agulha imantada fica sob ação de uma força magnética.

O fato de um pedaço de ferro ser atraído por um ímã é conhecido por todos nós.

A agulha da bússola é um ímã. Colocando-se uma bússola nas proximidades de um corpo imantado ou nas proximidades da Terra, a agulha da bússola sofre desvio.

A exposição aos campos eletromagnéticos pode causar danos, especialmente quando da execução de serviços na transmissão e distribuição de energia elétrica, nos quais se empregam elevados níveis de tensão.

Embora não haja comprovação científica, há suspeitas de que a radiação eletromagnética possa provocar o desenvolvimento de tumores. Entretanto, é certo afirmar que essa exposição promove efeitos térmicos e endócrinos no organismo humano. Especial atenção deve ser dada aos trabalhadores expostos a essas condições que possuam próteses metálicas (pinos, encaixes, hastes), pois a radiação promove aquecimento intenso nos elementos metálicos, podendo provocar lesões. Da mesma forma, os trabalhadores que portam aparelhos e equipamentos eletrônicos (marca-passo, amplificador auditivo, dosadores de insulina, etc.) devem se precaver dessa exposição, pois a radiação interfere nos circuitos elétricos, podendo criar disfunções nos aparelhos. Uma outra preocupação é com a indução elétrica. Esse fenômeno pode ser particularmente importante quando há diferentes circuitos próximos uns dos outros.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

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

Por isso é fundamental que você, além de desligar o circuito no qual vai trabalhar, confira, com equipamentos apropriados (voltímetros ou detectores de tensão), se o circuito está efetivamente sem tensão.

## Riscos adicionais

São considerados como riscos adicionais aqueles que, além dos elétricos, são específicos de cada ambiente ou processo de trabalho que, direta ou indiretamente, possam afetar a segurança e a saúde dos que trabalham com eletricidade.

## Classificação dos riscos adicionais

### Altura

Em trabalhos com energia elétrica feitos em alturas, devemos seguir as instruções relativas a segurança descritas abaixo:

- É obrigatório o uso do cinto de segurança e do capacete com jugular.
- Os equipamentos acima devem ser inspecionados pelo trabalhador antes do seu uso, no que concerne a defeito nas costuras, rebites, argolas, mosquetões, molas e travas, bem como quanto à integridade da carneira e da jugular.
- Ferramentas, peças e equipamentos devem ser levados para o alto apenas em bolsas especiais, evitando o seu arremesso. Quando for imprescindível o uso de andaimes tubulares em locais próximos à rede elétrica, eles deverão:
  - Respeitar as distâncias de segurança, principalmente durante as operações de montagem e desmontagem;
  - Estar aterrados;
  - Ter as tábuas da(s) plataforma(s) com, no mínimo, uma polegada de espessura, travadas e que nunca ultrapassem o andaime;
  - Ter base com sapatas;
  - Ter guarda-corpo de noventa centímetros de altura em todo o perímetro com vãos máximos de trinta centímetros;
  - Ter cinturão de segurança tipo pára-queda para alturas iguais ou superiores a 2 metros;
  - Ter estais a partir de 3 metros e a cada 5 metros de altura.

### Manuseio de Escada Simples e de Extensão:

- Inspeção visualmente antes de usá-las, a fim de verificar se apresentam rachaduras, degraus com jogo ou soltos, corda desajustada, montantes descolados, etc.
- Se houver qualquer irregularidade, devem ser entregues ao superior imediato para reparo ou troca.
- Devem ser manuseadas sempre com luvas.
- Limpe sempre a sola do calçado antes de subi-la.
- No transportar em veículos, coloque-as com cuidado nas gavetas ou nos ganchos-suportes, devidamente amarradas.
- Ao subir ou descer, conserve-se de frente para ela, segurando firmemente os montantes.
- Trabalhe somente depois dela estar firmemente amarrada, utilizando o cinto de segurança e com os pés apoiados sobre os seus degraus.
- Devem ser conservadas com verniz ou óleo de linhaça.
- Cuidado ao atravessar as vias públicas, observando que ela deverá ser conduzida paralelamente ao meio-fio.
- Ao instalar a escada, observe que a distância entre o suporte e o pé da escada seja de aproximadamente  $\frac{1}{4}$  do seu comprimento.
- Antes de subir ou descer, exija um companheiro ao pé da escada para segurá-la. Somente o dispense depois de amarrar a escada.
- Instalar a escada usando o pé direito para o apoio e a mão fechando por cima do degrau, verificando o travamento da extensão.
- Não podendo amarrar a escada (fachada de prédio), mantenha o companheiro no pé dela, segurando-a.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Ambientes Confinados

Nas atividades que exponham os trabalhadores a riscos de asfixia, explosão, intoxicação e doenças do trabalho devem ser adotadas medidas especiais de proteção, a saber:

- a) treinamento e orientação para os trabalhadores quanto aos riscos a que estão submetidos, a forma de preveni-los e o procedimento a ser adotado em situação de risco;
- b) nos serviços em que se utilizem produtos químicos, os trabalhadores não poderão realizar suas atividades sem um programa de proteção respiratória;
- c) a realização de trabalho em recintos confinados deve ser precedida de inspeção prévia e elaboração de ordem de serviço com os procedimentos a serem adotados;
- d) monitoramento permanente de substância que cause asfixia, explosão e intoxicação no interior de locais confinados realizado por trabalhador qualificado sob supervisão de responsável técnico;
- e) proibição de uso de oxigênio para ventilação de local confinado;
- f) ventilação local exaustora eficaz que faça a extração dos contaminantes e ventilação geral que execute a insuflação de ar para o interior do ambiente, garantindo de forma permanente a renovação contínua do ar;
- g) sinalização com informação clara e permanente durante a realização de trabalhos no interior de espaços confinados;
- h) uso de cordas ou cabos de segurança e pontos fixos para amarração que possibilitem meios seguros de resgates;
- i) acondicionamento adequado de substâncias tóxicas ou inflamáveis utilizadas na aplicação de laminados, pisos, papéis de parede ou similares;
- j) a cada grupo de 20 (vinte) trabalhadores, pelo menos 2 (dois) devem ser treinados para resgate;
- k) manter ao alcance dos trabalhadores o mandado e/ou equipamento autônomo para resgate;
- l) no caso de manutenção de tanque, providenciar desgaseificação prévia antes da execução do trabalho.

## Áreas Classificadas

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

As áreas classificadas normalmente cobrem uma zona cujo limite é onde o gás ou gases inflamáveis estarão tão diluídos ou dispersos que não poderão apresentar perigo de explosão ou combustão.

É evidente que um equipamento instalado dentro de uma área classificada também deve ser classificado, e esta é baseada na temperatura superficial máxima que o mesmo possa alcançar em funcionamento normal ou em caso de falha. A EN 50.014 especifica a temperatura superficial máxima em 6 níveis, assumindo como temperatura ambiente de referência 40°C. Para exemplificar, um equipamento classificado como T3 pode ser utilizado em ambientes cujos gases possuem temperatura de combustão superior a 200°C.

Para diminuirmos o risco de uma explosão, podemos adotar diversos métodos. Um deles é eliminarmos um dos elementos do triângulo do fogo: temperatura, oxigênio e combustível. E um outro é através de uma das três alternativas a seguir:

- a) Contenção da explosão: na verdade, este é o único método que permite que haja a explosão, porque esta fica confinada em um ambiente bem definido e não pode propagar-se para a atmosfera do entorno.
- b) Segregação: é o método que permite separar ou isolar fisicamente as partes elétricas ou as superfícies quentes da mistura explosiva.
- c) Prevenção: através deste método limita-se a energia, seja térmica ou elétrica, a níveis não perigosos. A técnica de segurança intrínseca é a mais empregada deste método de proteção e também a mais efetiva. O que se faz é limitar a energia armazenada em circuitos elétricos de modo a torná-los totalmente incapazes, tanto em condições normais de operação quanto em situações de falha, de produzir faíscas elétricas ou de gerar arcos voltaicos que possam causar a explosão.

As indústrias que processam produtos que em alguma de suas fases se apresentem na forma de pó, são indústrias de alto potencial de risco quanto a incêndios e explosões, e devem, antes de sua implantação, efetuar uma análise acurada dos riscos e tomar as precauções cabíveis, pois na fase de projeto as soluções são mais simples e econômicas.

Porém, as indústrias já implantadas poderão equacionar razoavelmente bem os problemas, minorando os riscos inerentes com o auxílio de um profissional competente.

A seguir, citamos alguns tipos de indústrias reconhecidamente perigosas quanto aos riscos de incêndios e explosões:



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

- » indústrias de beneficiamento de produtos agrícolas;
- » indústrias fabricantes de rações animais;
- » indústrias alimentícias;
- » indústrias metalúrgicas;
- » indústrias farmacêuticas;
- » indústrias plásticas;
- » indústrias de beneficiamento de madeira;
- » indústrias do carvão.

## Instalações Elétricas em Ambientes Explosivos

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

Os cabos e condutores de alimentação elétrica utilizados devem ser certificados por um organismo de certificação, credenciado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO.

Os locais de instalação de transformadores e capacitores, seus painéis e respectivos dispositivos de operação devem atender aos seguintes requisitos:

- a) ser ventilados e iluminados ou projetados e construídos com tecnologia adequada para operação em ambientes confinados;
- b) ser construídos e ancorados de forma segura;
- c) ser devidamente protegidos e sinalizados, indicando zona de perigo, de forma a alertar que o acesso é proibido a pessoas não autorizadas;
- d) não ser usados para outras finalidades diferentes daquelas do projeto elétrico; e
- e) possuir extintores portáteis de incêndio, adequados à classe de risco, localizados na entrada ou nas proximidades e, em subsolo, a montante do fluxo de ventilação.

Os cabos, instalação e equipamentos elétricos devem ser protegidos contra impactos, água e influência de agentes químicos, observando-se suas aplicações, de acordo com as especificações técnicas.

Os serviços de manutenção ou reparo de sistemas elétricos só podem ser executados com o equipamento desligado, etiquetado, bloqueado e aterrado, exceto se forem:

- a) utilizadas técnicas adequadas para circuitos energizados;
- b) utilizados ferramentas e equipamentos adequados à classe de tensão; e
- c) tomadas precauções necessárias para a segurança dos trabalhadores.

O bloqueio durante as operações de manutenção e reparo de instalações elétricas deve ser realizado utilizando-se cadeado e etiquetas sinalizadoras fixadas em local visível contendo, no mínimo, as seguintes indicações:

- a) horário e data do bloqueio;
- b) motivo da manutenção; e
- c) nome do responsável pela operação.

Os equipamentos e máquinas de emergência são destinados a manter a continuidade do fornecimento de energia elétrica e as condições de funcionamento.

Redes elétricas, transformadores, motores, máquinas e circuitos elétricos devem estar equipados com dispositivos de proteção automáticos, para os casos de curto-circuito, sobrecarga, queda de fase e fugas de corrente.

Os fios condutores de energia elétrica instalados no teto de galerias para alimentação de equipamentos devem ser protegidos contra contatos acidentais.

Os sistemas de recolhimento automático de cabos alimentadores de equipamentos elétricos móveis devem ser eletricamente solidários à carcaça do equipamento principal.

Os equipamentos elétricos móveis devem ter aterramento adequadamente dimensionado.

Em locais com ocorrência de gases inflamáveis e explosivos, as tarefas de manutenção elétrica devem ser realizadas sob o controle de um supervisor, com a rede de energia desligada e a chave de acionamento bloqueada, monitorando-se a concentração dos gases.

Os terminais energizados dos transformadores devem ser isolados fisicamente por barreiras ou outros meios físicos, a fim de evitar contatos acidentais.

Toda instalação, carcaça, invólucro, blindagem ou peça condutora que possam armazenar energia estática com possibilidade de gerar faíscas ou centelhas devem ser aterrados.

As malhas, os pontos de aterramento e os pára-raios devem ser revisados periodicamente e os resultados registrados.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

A implantação, operação e manutenção de instalações elétricas devem ser executadas somente por pessoa qualificada, que deve receber treinamento continuado em manuseio e operação de equipamentos de combate a incêndios e explosões, bem como na prestação de primeiros socorros a acidentados.

Trabalhos em condições de risco acentuado deverão ser executados por duas pessoas qualificadas, salvo critério do responsável técnico.

Durante a manutenção de máquinas ou instalações elétricas, os ajustes e as características dos dispositivos de segurança não devem ser alterados, prejudicando sua eficácia.

Trabalhos em redes elétricas entre dois ou mais pontos sem possibilidade de contato visual entre os operadores somente podem ser realizados com comunicação por meio de rádio ou outro sistema de comunicação que impeça a energização acidental.

As instalações elétricas com possibilidade de contato com água devem ser projetadas, executadas e mantidas com especial cuidado quanto à blindagem, estanqueidade, isolamento, aterramento e proteção contra falhas elétricas.

Os trechos e pontos de tomada de força de rede elétrica em desuso devem ser desenergizados, marcados e isolados, ou retirados quando não forem mais utilizados.

Em locais sujeitos a emanações de gases explosivos e inflamáveis, as instalações elétricas serão à prova de explosão.

## Condições Atmosféricas

### Umidade

Deve-se considerar que todo trabalho em equipamentos energizados só deve ser iniciado com boas condições meteorológicas, não sendo assim permitidos trabalhos sob chuva, neblina densa ou ventos.

Podemos determinar a condição de umidade favorável ou não com a utilização do termo-higrômetro ou umedecendo levemente com um pano úmido a superfície de um bastão de manobra e aguardar durante aproximadamente 5 minutos. Desaparecendo a película de umidade, há condições seguras para execução dos serviços.

Como visto em estudos anteriormente, sabemos que a existência de umidade no ar propicia a diminuição da capacidade disruptiva do ar, aumentando assim o risco de acidentes elétricos.

Devemos levar em consideração, também, que os equipamentos isolados a óleo não devem ser abertos em condições de umidade elevada, pois o óleo isolante pode absorver a umidade do ar, comprometendo, assim, suas características isolantes.

## Descargas Atmosféricas (Raios)

### Mecanismo

Devido a longos períodos de estiagem, as chuvas que começam a cair são normalmente acompanhadas de tempestades, sendo estas originadas a partir do aquecimento do solo pelos raios solares, que fazem o ar quente subir, carregando com este as partículas de vapor, ou do encontro de uma massa de ar frio com uma massa de ar quente.

O raio é um fenômeno de natureza elétrica, sendo produzido por nuvens do tipo cumulus nimbus, que tem formato parecido com uma bigorna e chega a ter 12 quilômetros de altura e vários quilômetros de diâmetro. As tempestades com trovoadas se verificam quando certas condições particulares (temperatura, pressão, umidade do ar, velocidade do vento, etc.) fazem com que determinado tipo de nuvem se torne eletricamente carregada internamente. O mecanismo de autoprodução de cargas elétricas vai aumentando de tal modo que dá origem a uma onda elétrica (raio), que partirá da base da nuvem em direção ao solo, buscando locais de menor potencial, definindo assim uma trajetória ramificada e aleatória. Esta primeira onda caracteriza o choque líder que define sua posição de queda entre 20 a 100 metros do solo.

A partir deste estágio, o primeiro choque do raio deixou um canal ionizado entre a nuvem e o solo, que dessa forma permitirá a passagem de uma avalanche de cargas com corrente de pico em torno de 20 000 ampères. Após esse segundo choque violento das cargas elétricas passando pelo ar, há o aquecimento deste meio, até 30 000° C, provocando assim a expansão do ar (trovão). Neste processo os elétrons retirados das moléculas de ar retornam, fazendo com que a energia seja devolvida sob a forma de relâmpago.

As descargas atmosféricas podem ser ascendentes (da terra para a nuvem) ou descendentes (da nuvem para a terra), ou ainda entre nuvens. Com o intuito de evitar falsas expectativas ao sistema de proteção contra descargas atmosféricas, devemos fazer os seguintes esclarecimentos:

- O raio é um fenômeno da natureza absolutamente imprevisível tanto em relação às suas características elétricas como em relação aos efeitos destruidores decorrentes de sua incidência sobre as edificações, as pessoas ou animais.

• Nada em termos práticos pode ser feito para impedir a "queda" de uma descarga em uma determinada região. Assim sendo, as soluções aplicadas buscam tão-somente minimizar os efeitos destruidores a partir de instalações adequadas de captação e de condução segura da descarga para a terra.

• A incidência de raios é maior em solos maus condutores do que em solos condutores de eletricidade, pois nos solos maus condutores, na existência de nuvens carregadas sobre o mesmo, criam-se por indução no terreno cargas positivas, em que temos a nuvem funcionando como placa negativa e o solo com placa positiva e o ar, naturalmente úmido e às vezes ionizado, servindo como um isolante de baixo poder dielétrico, propiciando assim a existência de raios.

## Sobretensões Transitórias

Um raio ao cair na terra pode provocar grande destruição, devido ao alto valor de sua corrente elétrica, que gera intensos campos eletromagnéticos, calor, etc.

Além dos danos causados diretamente pela corrente elétrica e pelo intenso calor, o raio pode provocar sobretensões em redes de energia elétrica, em redes de telecomunicações, de TV a cabo, antenas parabólicas, redes de transmissão de dados, etc.

Essa sobretensão é denominada Sobretensão Transitória. Por sua vez, as sobretensões transitórias podem chegar até as instalações elétricas internas ou de telefonia, de TV a cabo ou de qualquer unidade consumidora. Os seus efeitos, além de poderem causar danos a pessoas e animais, podem:

• Provocar a queima total ou parcial de equipamentos elétricos ou danos à própria instalação elétrica interna e telefônica, entre outras;

• Reduzir a vida útil dos equipamentos;

• Provocar enormes perdas, com a parada de equipamentos, etc.

As sobrecorrentes transitórias originadas de descargas atmosféricas podem ocorrer de dois modos:

• Descarga Direta: o raio atinge diretamente uma rede elétrica ou telefônica. Nesse caso, o raio tem um efeito devastador, gerando elevados valores de sobretensões sobre os diversos circuitos.

• Descarga Indireta: o raio cai a uma distância de até 1 quilômetro de uma rede elétrica. A sobretensão gerada é de menor intensidade do que a provocada pela descarga direta, mas pode causar sérios danos. Essa sobretensão induzida acontece quando uma parte da energia do raio é transferida através de um acoplamento eletromagnético com uma rede elétrica.

A grande maioria das sobretensões transitórias de origem atmosférica que causam danos a equipamentos é ocasionada pelas descargas indiretas.

## Medidas Preventivas

• Evitar a execução de serviços em equipamentos e instalações elétricas internas e externas.

• Nunca procurar abrigo sob árvores ou construções isoladas sem sistemas de proteção atmosférica adequados.

• 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 portas metálicas.

• Evitar tocar em qualquer equipamento elétrico ligado à rede elétrica.

• Evitar locais extremamente perigosos, como topos de morros, topos de prédios, proximidade de cercas de arame, torres, linhas telefônicas, linhas aéreas.

## Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas

As medidas utilizadas para minimizar as conseqüências das descargas atmosféricas têm como princípio a criação de caminhos de baixa resistência a terra escoando à mesma as correntes elétricas dos raios.

Temos como principais componentes de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas:

• Terminais Aéreos – Conhecidos como pára-raios, eles são hastes montadas em bases instaladas acima do ponto mais alto das edificações com o objetivo de propiciar um caminho mais fácil para os relâmpagos que venham a incidir na edificação, sendo geralmente interligados através de condutores horizontais.

• Condutores de Descida – Cabos que conectam os terminais aéreos aos terminais de aterramento.

• Terminais de Aterramento – Condutores que servem para conectar os cabos de descida ao solo. Sendo os mesmos constituídos usualmente de cabos e hastes enterradas no solo, propiciando uma baixa resistência a terra, sendo a mesma dependente das características do solo.

- Condutores de Ligação Equipotencial – Visam à interligação do sistema de aterramento com os outros sistemas de aterramento da edificação, impedindo assim a existência de diferenças de potenciais entre os elementos interligados.

Como visto no capítulo sobre equipotencialização, todas as partes metálicas da edificação, os aterramentos de equipamentos, as estruturas, o sistema de proteção atmosférica, etc. devem ser interligados a um mesmo referencial de terra.

- Supressores de Surto, Varistores, Pára-Raios de Linha, Centelhados – São instalados em pontos de entrada de energia, cabos telefônicos e de dados, instrumentação industrial, etc., com o intuito de proteger as instalações e equipamentos contra sobrecorrentes transitórias (sobretensões) provocadas por descargas direta, indireta e manobras de equipamentos do sistema de alimentação elétrica.

## Acidentes de Origem Elétrica

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-os com fatores humano (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.

### Atos Inseguros

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

É falsa a idéia 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. Seguem-se alguns fatores que podem levar os trabalhadores a praticarem atos inseguros:

- Inadaptação entre homem e função por fatores constitucionais.

Ex.: sexo, idade, tempo de reação aos estímulos, coordenação motora, agressividade, impulsividade, nível de inteligência, grau de atenção.

- Fatores circunstanciais: fatores que influenciam o desempenho do indivíduo no momento.

Ex.: problemas familiares, abalos emocionais, discussão com colegas, alcoolismo, estado de fadiga, doença, etc.

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

- Desajustamento: este fator é relacionado com certas condições específicas do trabalho.

Ex.: problema com a chefia, problemas com os colegas, políticas salariais impróprias, política promocional imprópria, clima de insegurança.

- Personalidade: fatores que fazem parte das características da personalidade do trabalhador e que se manifestam por comportamentos impróprios.

Ex.: o desleixado, o machão, o exibicionista, o desatento, o brincalhão.

### Condições Inseguras

São aquelas que, presentes no ambiente de trabalho, põem em risco a integridade física e/ou mental do trabalhador, devido à possibilidade deste acidentalizar-se. Tais condições manifestam-se como deficiências técnicas, podendo apresentar-se:

- Na construção e instalações em que se localiza a empresa: áreas insuficientes, pisos fracos e irregulares, excesso de ruído e trepidações, falta de ordem e limpeza, instalações elétricas impróprias ou com defeitos, falta de sinalização.

- Na maquinaria: localização imprópria das máquinas, falta de proteção em partes móveis, pontos de agarramento e elementos energizados, máquinas apresentando defeitos.

- Na proteção do trabalhador: proteção insuficiente ou totalmente ausente, roupa e calçados impróprios, equipamentos de proteção com defeito (EPIs, EPCs), ferramental defeituoso ou inadequado.

## Causas Diretas de Acidentes com Eletricidade

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



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

- Contatos diretos – consistem no contato com partes metálicas normalmente sob tensão (partes vivas).
- Contatos indiretos – consistem no contato com partes metálicas normalmente não energizadas (massas), mas que podem ficar energizadas devido a uma falha de isolamento. O acidente mais comum a que estão submetidas as pessoas, principalmente aquelas que trabalham em processos industriais ou desempenham tarefas de manutenção e operação de sistemas industriais, é o toque acidental em partes metálicas energizadas, ficando o corpo ligado eletricamente sob tensão entre fase e terra.

## Causas Indiretas de Acidentes Elétricos

Podemos classificar como causas indiretas de acidentes elétricos as originadas por descargas atmosféricas, tensões induzidas eletromagnéticas e tensões estáticas.

### Descargas Atmosféricas

As descargas atmosféricas causam sérias perturbações nas redes aéreas de transmissão e distribuição de energia elétrica, além de provocarem danos materiais nas construções atingidas por elas, sem contar os riscos de vida a que as pessoas e animais ficam submetidos.

As descargas atmosféricas induzem surtos de tensão que chegam a centenas de quilovolts. A fricção entre as partículas de água que formam as nuvens, provocada pelos ventos ascendentes de forte intensidade, dá origem a uma grande quantidade de cargas elétricas. Verifica-se experimentalmente que as cargas elétricas positivas ocupam a parte superior da nuvem, enquanto as cargas elétricas negativas se posicionam na parte inferior, acarretando conseqüentemente uma intensa migração de cargas positivas na superfície da terra para a área correspondente à localização da nuvem, dando dessa forma uma característica bipolar às nuvens. A concentração de cargas elétricas positivas e negativas numa determinada região faz surgir uma diferença de potencial entre a terra e a nuvem. No entanto, o ar apresenta uma determinada rigidez dielétrica, normalmente elevada, que depende de certas condições ambientais.

O aumento dessa diferença de potencial, que se denomina gradiente de tensão, poderá atingir um valor que supere a rigidez dielétrica do ar interposto entre a nuvem e a terra, fazendo com que as cargas elétricas migrem na direção da terra, num trajeto tortuoso e normalmente cheio de ramificações, cujo fenômeno é conhecido como descarga piloto. É de aproximadamente 1kV/mm o valor do gradiente de tensão para o qual a rigidez dielétrica do ar é rompida.

### Tensão Estática

Os condutores possuem elétrons livres e, portanto, podem ser eletrizados por indução.

Os isoladores, conhecidos também por dielétricos, praticamente não possuem elétrons livres. Será que eles podem ser eletrizados por indução, isto é, aproximando um corpo eletrizado, em contudo tocá-los? Normalmente, os centros de gravidade das massas dos elétrons e prótons de um átomo coincidem-se e localizam-se no seu centro.

Quando um corpo carregado se aproxima desses átomos, há um deslocamento muito pequeno dos seus elétrons e prótons, de modo que os centros de gravidade destes não mais se coincidem, formando assim um dipolo elétrico.

Um dielétrico que possui átomos assim deformados (achatados) está eletricamente polarizado.

### Tensões Induzidas em Linhas de Transmissões de Alta-Tensão

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

Podemos ter tensões induzidas na linha por causa do acoplamento capacitivo e eletromagnético. Se dois condutores, ou um condutor e o potencial de terra, estiverem separados por um dielétrico e em potenciais diferentes, surgirá entre ambos o efeito capacitivo.

Ao aterrarmos uma linha, as correntes, devido às tensões induzidas capacitivas e às tensões estáticas ao referencial de terra, são drenadas imediatamente. Todavia, existirão tensões de acoplamento capacitivo e eletromagnético induzidas pelos condutores energizados próximos à linha. Essa tensão é induzida por linha ou linhas energizadas que cruzam ou são paralelas à linha ou equipamento desenergizado no qual se trabalha. Essa tensão é função da distância entre linhas, da corrente de carga das linhas energizadas, do comprimento do trecho onde há paralelismo ou cruzamento e da existência ou não de transposição nas linhas.

No caso de uma linha aterrada em apenas uma das extremidades, a tensão induzida eletromagneticamente terá seu maior vulto na extremidade não aterrada; e se ambas as extremidades estiverem aterradas, existirá uma corrente fluindo num circuito fechado com a terra.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

Ao se instalar o aterramento provisório, uma corrente fluirá por seu intermédio, diminuindo a diferença de potencial existente e ao mesmo tempo jameando a área de trabalho, o que possibilita neste ponto uma maior segurança para o homem de manutenção. Além disso, nos casos de circuito de alta-extra ou ultra-alta tensão, portanto com indução elevada, é recomendável a adoção de critérios que levem em conta o nível de tensão dos circuitos e a distância entre eles, o que poderá determinar se as outras medidas de segurança ainda deverão ser adotadas ou até mesmo se o trabalho deverá ser feito como em linha energizada.

## Técnicas de Análise de Riscos

Os acidentes são materializações dos riscos associados a atividades, procedimentos, projetos e instalações, máquinas e equipamentos. Para reduzir a frequência de acidentes, é preciso avaliar e controlar os riscos.

- » Que pode acontecer errado?
- » Quais são as causas básicas dos eventos não desejados?
- » Quais são as conseqüências?

A análise de riscos é um conjunto de métodos e técnicas que aplicado a uma atividade identifica e avalia qualitativa e quantitativamente os riscos que essa atividade representa para a população exposta, para o meio ambiente e para a empresa, de uma forma geral.

Os principais resultados de uma análise de riscos são a identificação de cenários de acidentes, suas frequências esperadas de ocorrência e a magnitude das possíveis conseqüências.

A análise de riscos deve incluir as medidas de prevenção de acidentes e as medidas para controle das conseqüências de acidentes para os trabalhadores e para as pessoas que vivem ou trabalham próximo à instalação ou para o meio ambiente.

As metodologias representam os tipos de processos ou de técnicas de execução dessas análises de riscos da instalação ou da tarefa. Alguns exemplos dessas técnicas são apresentados a seguir com uma pequena descrição do método.

## Conceitos Básicos

### Perigo

Uma ou mais condições físicas ou químicas com possibilidade de causar danos às pessoas, à propriedade, ao ambiente ou uma combinação de todos.

### Risco

Medida da perda econômica e/ou de danos para a vida humana, resultante da combinação entre a frequência da ocorrência e a magnitude das perdas ou danos (conseqüências).

O risco também pode ser definido através das seguintes expressões:

- » combinação de incerteza e de dano;
- » razão entre o perigo e as medidas de segurança;
- » combinação entre o evento, a probabilidade e suas conseqüências.

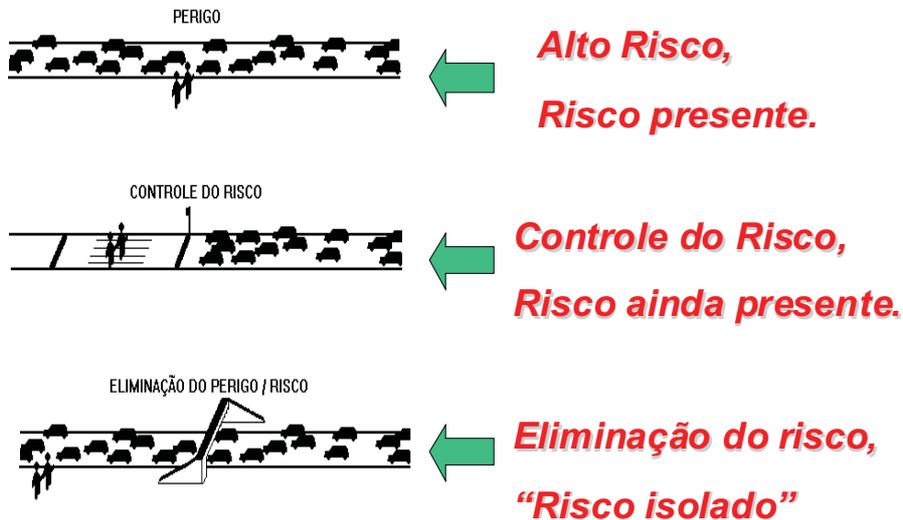
A experiência demonstra que geralmente os grandes acidentes são causados por eventos pouco frequentes, mas que causam danos importantes.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO



### Análise de Riscos

É a atividade dirigida à elaboração de uma estimativa (qualitativa ou quantitativa) do riscos, baseada na engenharia de avaliação e técnicas estruturadas para promover a combinação das frequências e conseqüências de cenários acidentais.

### Avaliação de Riscos

É o processo que utiliza os resultados da análise de riscos e os compara com os critérios de tolerabilidade previamente estabelecidos.

### Gerenciamento de Riscos

É a formulação e a execução de medidas e procedimentos técnicos e administrativos que têm o objetivo de prever, controlar ou reduzir os riscos existentes na instalação industrial, objetivando mantê-la operando dentro dos requerimentos de segurança considerados toleráveis.

### Níveis de Risco

- » Catastrófico
- » Moderado
- » Desprezível
- » Crítico
- » Não Crítico

### Classificação dos Riscos

Quanto à severidade das conseqüências:

**Categoria I** Desprezível – Quando as conseqüências / danos estão restritas à área industrial da ocorrência do evento com controle imediato.

**Categoria II** Marginal – Quando as conseqüências / danos atingem outras subunidades e/ou áreas não industriais com controle e sem contaminação do solo, ar ou recursos hídricos.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

**Categoria III Crítica** – Quando as conseqüências / danos provocam contaminação temporária do solo, ar ou recursos hídricos, com possibilidade de ações de recuperação imediatas.

**Categoria IV Catastrófica** – Quando as conseqüências / danos atingem áreas externas, comunidade circunvizinha e/ou meio ambiente.

## Principais Técnicas Para a Identificação dos Riscos/Perigos

### Análise Preliminar de Riscos

Método de estudo preliminar e sumário de riscos, normalmente conduzido em conjunto com o grupo de trabalhadores expostos, com o objetivo de identificar os acidentes potenciais de maior prevalência na tarefa e as características intrínsecas destes.

É um método de estudo de riscos realizado durante a fase de planejamento e desenvolvimento de um determinado processo, tarefa ou planta industrial, com a finalidade de prever e prevenir riscos de acidentes que possam acontecer durante a fase operacional e de execução da tarefa.

### Análise de Falha Humana

Método que identifica as causas e os efeitos dos erros humanos observados em potencial.

O método também identifica as condições dos equipamentos e dos processos que possam contribuir para provocar esses erros.

### Método de Análise de Falhas e de Efeitos

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 efeitos desfavoráveis desses eventos.

É um método de análise de riscos tecnológicos que consiste:

- » na tabulação de todos os sistemas e equipamentos existentes numa instituição ou planta industrial;
- » na identificação das modalidades de falhas possíveis em cada um deles;
- » na especificação dos efeitos desfavoráveis destas falhas sobre o sistema e sobre o conjunto das instalações.

### 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 nível de vulnerabilidade, todos os projetos de redução de riscos e de preparação para desastres concorrem para incrementar o nível de segurança.

### Árvore de Eventos

Técnica dedutiva de análise de riscos utilizada para avaliar as possíveis conseqüências 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.

É um método que tem por objetivo antecipar e descrever, de forma seqüenciada, a partir de um evento inicial, as conseqüências lógicas de um possível acidente.

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

### Árvore de Falhas

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.

## Análise Preliminar de Riscos

É uma técnica qualitativa cujo objetivo consiste na identificação dos riscos/perigos potenciais decorrentes de novas instalações ou da operação das já existentes.

Em uma dada instalação, para cada evento perigoso identificado em conjunto com as respectivas conseqüências, um conjunto de causas é levantado, possibilitando a classificação qualitativa do risco associado, de acordo com categorias preestabelecidas de freqüência de ocorrência do cenário de acidente e de severidade das conseqüências.

A APR/APP permite uma ordenação qualitativa dos cenários de acidentes encontrados, facilitando a proposição e a priorização de medidas para redução dos riscos da instalação, quando julgadas necessárias, além da avaliação da necessidade de aplicação de técnicas complementares de análise.

A metodologia adotada nas Análises Preliminares de Riscos ou Perigos compreende a execução das seguintes tarefas:

- a) definição dos objetivos e do escopo da análise;
- b) definição das fronteiras das instalações analisadas;
- c) coleta de informações sobre a região, as instalações, as substâncias perigosas envolvidas e os processos;
- d) subdivisão da instalação em módulos de análise;
- e) realização da APR/APP propriamente dita (preenchimento da planilha);
- f) elaboração das estatísticas dos cenários identificados por categorias de freqüência e de severidade;
- g) análise dos resultados, elaboração de recomendações e preparação do relatório.

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

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

» sobre os processos: descrição dos processos envolvidos; e

» sobre as substâncias: características e propriedades físicas e químicas.

Para simplificar a realização da análise, as instalações estudadas são divididas em "módulos de análise", os quais podem ser: unidades completas, locais de serviço elétrico, partes de locais de serviço elétrico ou partes específicas das instalações, tais como subestações, painéis, etc. A divisão das instalações é feita com base em critérios de funcionalidade, complexidade e proximidade física.

A realização da análise propriamente dita é feita através do preenchimento de uma planilha de APR/APP para cada módulo de análise da instalação. A planilha utilizada nesta APP, mostrada a seguir, contém 8 colunas, as quais devem ser preenchidas conforme a descrição apresentada a seguir.

### 1ª Coluna: Etapa

Esta coluna deve descrever, sucintamente, as diversas etapas da atividade/operação.

### 2ª Coluna: Risco/Perigo

Esta coluna deve conter os riscos/perigos identificados para o módulo de análise em estudo. De uma forma geral, os riscos/perigos são eventos acidentais que têm potencial para causar danos às instalações, aos trabalhadores, ao público ou ao meio ambiente.

### 3ª Coluna: Modos de Detecção

Os modos disponíveis na instalação para a detecção do risco/perigo identificado na segunda coluna devem ser relacionados nesta coluna. A detecção da ocorrência do risco/perigo tanto pode ser realizada através da instrumentação (alarmes de pressão, de temperatura, etc.) como através da percepção humana (visual, odor, etc.).

### 4ª Coluna: Efeitos

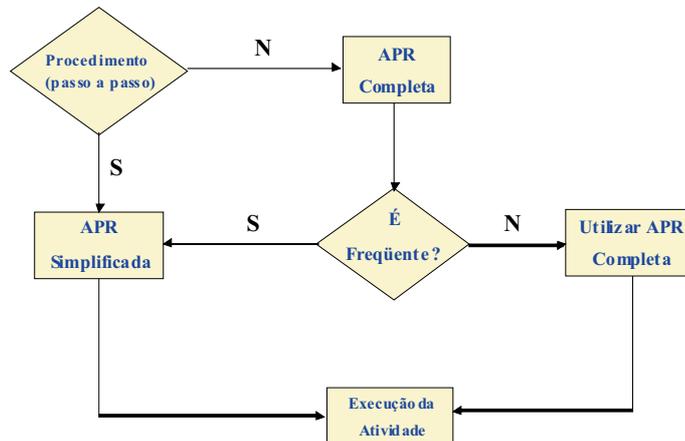
Os possíveis efeitos danosos de cada risco/perigo identificado devem ser listados nesta coluna.

### 5ª Coluna: Recomendações/Observações

Esta coluna deve conter as recomendações de medidas mitigadoras de risco propostas pela equipe de realização da APR/APP ou quaisquer observações pertinentes ao cenário de acidente em estudo.



## ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO



## ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO

Atividade : Colocação da Escada no poste

Passo	Riscos	Controle/Eliminação
1. Pegar a escada no veículo.	- perfurar a mão com ferpa.	- utilizar luvas de vaqueta.
2. Transporte da escada do veículo até ao poste.	- cair ao solo; - derrubar a escada e/ou desequilibrar-se; - enroscar a escada em fios.	- conhecer o trajeto; - carregar a escada em dois; - observar fios baixos
3. Levantar a parte extensível.	- escada cair/desequilíbrio - lombalgias. - parte móvel da escada atingir o electricista	- levantar a escada em dois. - segurar a escada na parte externa do montante. - não deixar parte do corpo exposta no percurso da extensível.

### Medidas de Controle do Risco Elétrico

#### Desenergização

É o conjunto de procedimentos visando à segurança pessoal dos envolvidos ou não em sistemas elétricos. É realizada por no mínimo duas pessoas.

Somente serão consideradas desenergizadas as instalações elétricas liberadas para trabalho, mediante os procedimentos descritos a seguir:



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Seccionamento

É a ação da interrupção da alimentação elétrica em um equipamento ou circuito. A interrupção é executada com a manobra local ou remota do respectivo dispositivo de manobra, geralmente o disjuntor alimentador do equipamento ou circuito a ser isolado.

Sempre que for tecnicamente possível, deve-se promover o corte visível dos circuitos, provendo afastamentos adequados que garantam condições de segurança específica, impedindo assim a existência de tensão elétrica no equipamento ou circuito.

O seccionamento tem maior eficácia quando há a constatação visual da separação dos contatos (abertura de seccionadora, retirada de fusíveis, etc.).

A abertura da seccionadora deverá ser efetuada após o desligamento do circuito ou equipamento a ser seccionado, evitando-se, assim, a formação de arco elétrico.

## Impedimento de Reenergização

É o processo pelo qual se impede o religamento acidental do circuito desenergizado. Este impedimento pode ser feito por meio de bloqueio mecânico, como por exemplo:

- Em seccionadora de alta tensão, utilizando cadeados que impeçam a manobra de religamento pelo travamento da haste de manobra.
- Retirada dos fusíveis de alimentação do local.
- Travamento da manopla dos disjuntores por cadeado ou lacre.
- Extração do disjuntor quando possível.

## Constatação de Ausência da Tensão

Usualmente, por meio de sinalização luminosa ou de voltímetro instalado no próprio painel, deve-se verificar a existência de tensão em todas as fases do circuito.

Na inexistência ou na inoperabilidade de voltímetros no painel, devemos constatar a ausência da tensão com equipamento apropriado ao nível de tensão à segurança do usuário, como, por exemplo, voltímetro, detectores de tensão de proximidade ou contato.

## Aterramento Temporário

A instalação de aterramento temporário tem como finalidade a equipotencialização dos circuitos desenergizados (condutores ou equipamento), ou seja, ligar eletricamente ao mesmo potencial, no caso ao potencial de terra, interligando-se os condutores ou equipamentos à malha de aterramento através de dispositivos apropriados ao nível de tensão nominal do circuito.

Para a execução do aterramento, devemos seguir às seguintes etapas:

- Solicitar e obter autorização formal;
- Afastar as pessoas não envolvidas na execução do aterramento e verificar a desenergização.
- Delimitar a área de trabalho, sinalizando-a;
- Confirmar a desenergização do circuito a ser aterrado temporariamente.
- Inspecionar todos os dispositivos utilizados no aterramento temporário antes de sua utilização.
- Ligar o grampo de terra do conjunto de aterramento temporário com firmeza à malha de terra e em seguida a outra extremidade aos condutores ou equipamentos que serão ligados à terra, utilizando equipamentos de isolamento e proteção apropriados à execução da tarefa.
- Obedecer os procedimentos específicos de cada empresa;
- Na rede de distribuição deve-se trabalhar, no mínimo, entre dois aterramentos.

## Instalação da Sinalização de Impedimento de Energização

Este tipo de sinalização é utilizado para diferenciar os equipamentos energizados dos não energizados, afixando-se no dispositivo de comando do equipamento principal um aviso de que ele está impedido de ser energizado.

Somente depois de efetuadas todas as etapas discriminadas anteriormente, o equipamento ou circuito estará no estado desenergizado, podendo assim ser liberado pelo profissional responsável para intervenção. Porém, o mesmo pode ser modificado com a alteração da ordem das etapas ou mesmo com o acréscimo ou supressão de etapas, dependentemente das particularidades do circuito ou equipamento a ser executada a desenergização, e a aprovação por profissional responsável.

Os procedimentos acima deverão ser executados em todos os pontos possíveis de alimentação do equipamento/circuito a ser desenergizado.

## **Aterramento**

Os sistemas de aterramento devem satisfazer às prescrições de segurança das pessoas e funcionais da instalação.

O valor da resistência de aterramento deve satisfazer às condições de proteção e de funcionamento da instalação elétrica.

## Ligações à Terra

Qualquer que seja sua finalidade (proteção ou funcional), o aterramento deve ser único em cada local da instalação.

Para casos específicos, de acordo com as prescrições da instalação, o aterramento pode ser usado separadamente, desde que sejam tomadas as devidas precauções.

## Aterramento Funcional

É o aterramento de um ponto (do sistema, da instalação ou do equipamento) destinado a outros fins que não a proteção contra choques elétricos. Em particular, no contexto da seção, o termo "funcional" está associado ao uso do aterramento e da equipotencialização para fins de transmissão de sinais e de compatibilidade eletromagnética.

## Aterramento do Condutor Neutro

Quando a instalação for alimentada diretamente pela concessionária, o condutor neutro deve ser aterrado na origem da instalação.

## Aterramento de Proteção (PE)

A proteção contra contatos indiretos proporcionada em parte pelo equipamento e em parte pela instalação é aquela tipicamente associada aos equipamentos classe I.

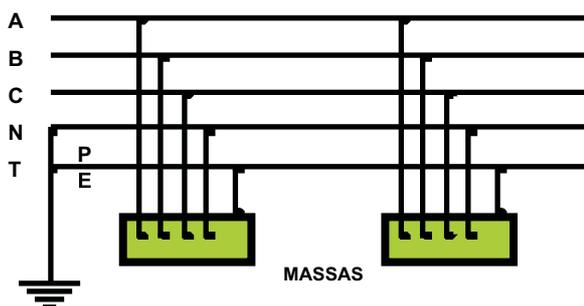
Um equipamento classe I tem algo além da isolamento básica: sua massa é provida de meios de aterramento, isto é, o equipamento vem com condutor de proteção (condutor PE, ou "fio terra") incorporado ou não ao cordão de ligação, ou então sua caixa de terminais inclui um terminal PE para aterramento. Essa é a parte que toca ao próprio equipamento. A parte que toca à instalação é ligar esse equipamento adequadamente, conectando-se o PE do equipamento ao PE da instalação, na tomada ou caixa de derivação – o que pressupõe uma instalação dotada de condutor PE, evidentemente (e isso deve ser regra, e não exceção); e garantir que, em caso de falha na isolamento desse equipamento, um dispositivo de proteção atue automaticamente, promovendo o desligamento do circuito.

A seção mínima do condutor de proteção (PE) deve obedecer aos valores estabelecidos pela ABNT NBR 5410.

## Aterramento por Razões Combinadas de Proteção e Funcionais

Quando for exigido um aterramento por razões combinadas de proteção e funcionais, as prescrições relativas às medidas de proteção devem prevalecer.

Esquemas de ligação de aterramento em baixa tensão:



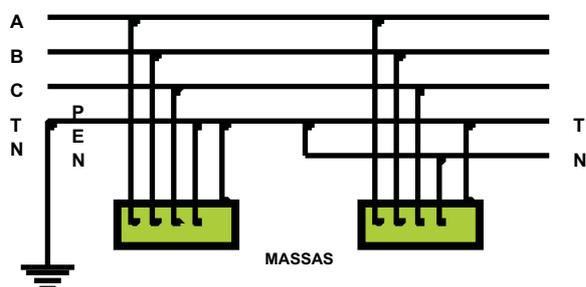
### Esquema TN-S

Condutor neutro e o condutor de proteção são separados ao longo de toda a instalação.



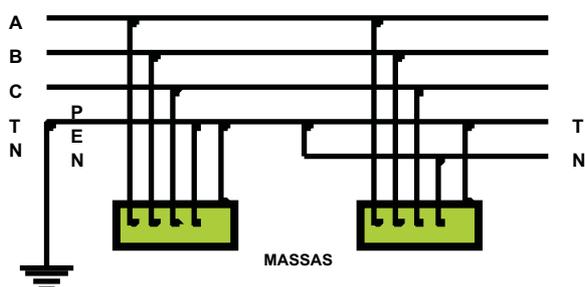
# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho



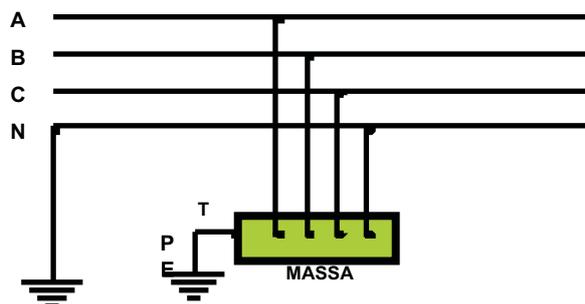
## Esquema TN-C-S

As funções de neutro e de condutor de proteção são combinadas em um único condutor em uma parte da instalação.



## Esquema TN-C

As funções de neutro e de condutor de proteção são combinadas em um único condutor ao longo de toda a instalação.



## Esquema TT

Possui um ponto de alimentação diretamente aterrado, estando as massas da instalação ligadas a eletrodutos de aterramento eletricamente distintos do eletroduto de aterramento da alimentação.

### Esquemas de Ligação de Aterramento em Média Tensão

Segundo a norma NBR 14039/2003, são considerados os esquemas de aterramento para sistemas trifásicos comumente utilizados, descritos a seguir, sendo estes classificados conforme a seguinte simbologia:

- Primeira letra – 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.
- Segunda letra – situação das massas da instalação elétrica em relação à terra:
  - » T = massas diretamente aterradas, independentemente 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).
- Terceira letra – situação de ligações eventuais com as massas do ponto de alimentação:
  - » R = as massas do ponto de alimentação estão ligadas simultaneamente ao aterramento do neutro da instalação e às massas da instalação;
  - » N = as massas do ponto de alimentação estão ligadas diretamente ao aterramento do neutro da instalação, mas não estão ligadas às massas da instalação;
  - » S = as massas do ponto de alimentação estão ligadas a um aterramento eletricamente separado daquele do neutro e daquele das massas da instalação.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Esquema TNR

O esquema TNR possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, sendo as massas da instalação e do ponto de alimentação ligadas a esse ponto através de condutores de proteção. Nesse esquema, toda corrente de falta direta fase-massa é uma corrente de curto-circuito.

## Esquemas TTN e TTS

Os esquemas TTx possuem um ponto da alimentação diretamente aterrado, estando as massas da instalação ligadas a eletrodos de aterramento eletricamente distintos do eletrodo de aterramento do ponto de alimentação.

Nesse esquema, as correntes de falta direta fase-massa devem ser inferiores a uma corrente de curto-circuito, sendo, porém, suficientes para provocar o surgimento de tensões de contato perigosas.

São considerados dois tipos de esquemas, TTN e TTS, de acordo com a disposição do condutor neutro e do condutor de proteção das massas do ponto de alimentação, a saber:

- esquema TTN, no qual o condutor neutro e o condutor de proteção das massas do ponto de alimentação são ligados a um único eletrodo de aterramento;
- esquema TTS, no qual o condutor neutro e o condutor de proteção das massas do ponto de alimentação são ligados a eletrodos de aterramento distintos.

## Esquemas ITN, ITS e ITR

Os esquemas ITx não possuem qualquer ponto da alimentação diretamente aterrado ou possuem um ponto da alimentação aterrado através de uma impedância, estando as massas da instalação ligadas a seus próprios eletrodos de aterramento.

Nesse esquema, a corrente resultante de uma única falta fase-massa não deve ter intensidade suficiente para provocar o surgimento de tensões de contato perigosas.

São considerados três tipos de esquemas, ITN, ITS e ITR, de acordo com a disposição do condutor neutro e dos condutores de proteção das massas da instalação e do ponto de alimentação, a saber:

- Esquema ITN, no qual o condutor neutro e o condutor de proteção das massas do ponto de alimentação são ligados a um único eletrodo de aterramento e as massas da instalação ligadas a um eletrodo distinto;
- Esquema ITS, no qual o condutor neutro, os condutores de proteção das massas do ponto de alimentação e da instalação são ligados a eletrodos de aterramento distintos;
- Esquema ITR, no qual o condutor neutro, os condutores de proteção das massas do ponto de alimentação e da instalação são ligados a um único eletrodo de aterramento.

## Medida da Resistência de Aterramento

Na escolha dos eletrodos de aterramento e sua posterior distribuição é importante considerar as condições locais, a natureza do terreno e a resistência de contato do aterramento. O trabalho de aterramento depende desses fatores e das condições ambientais.

É comum encontrar baixa resistência ôhmica no aterramento. Influem a resistência de contato (ou de difusão) do aterramento e a resistência do condutor de terra.

Sejam A e B tubos condutores, convenientes para um bom aterramento. Se entre os pontos A e B existir uma distância suficiente e por ambos circular uma corrente, pode-se medir uma tensão "U" em relação à terra, tendo-se M como ponto de referência, encontrando-se a curva indicada em "B". É fácil verificar que nas proximidades dos aterramentos a tensão em relação ao ponto M cresce, sendo nula a tensão no ponto de referência. Esse crescimento da tensão nas proximidades dos aterramentos pode ser explicado se lembrarmos que as linhas de corrente se concentram nas proximidades dos pontos de aterramento. Ao mesmo tempo, afastando-se destes, há uma seção bem maior para a passagem da corrente, o que provoca uma queda nula de tensão.

Para se obter uma resistência ôhmica de aterramento favorável, devemos medir a corrente e a queda de tensão provocada por ela. Para isso basta medir a tensão entre uma tomada de terra e um ponto distante a 20 metros, de tal forma que no mesmo potencial seja nulo.

A resistência de contato tem a resistência do solo como fator muitíssimo importante.

Os eletrodos de aterramento podem ser profundos ou superficiais. No primeiro caso, geralmente, usam-se tubos de ferro galvanizado, em geral de 3/4", ou hastes de aço revestidas com uma película de cobre depositada eletroliticamente (copperweld), de comprimento grande, cravados no solo.

No caso de aterramento superficial, usam-se cabos condutores ou chapas, enterrados a uma profundidade média de 0,50 metro, preferindo-se uma disposição radial e com centro comum.

## Eqüipotencialização

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

### Condições de Eqüipotencialização:

- Interligação de todos os aterramentos de uma mesma edificação, sejam eles o do quadro de distribuição principal de energia.
- O quadro geral de baixa tensão (QGBT), o distribuidor geral da rede telefônica, o da rede de comunicação de dados, etc., deverão ser convenientemente interligados, formando um só aterramento.
- Todas as massas metálicas de uma edificação, como ferragens estruturais, grades, guarda-corpos, corrimãos, portões, bases de antenas, bem como carcaças metálicas dos equipamentos elétricos, devem ser convenientemente interligadas ao aterramento.
- Todas as tubulações metálicas da edificação, como rede de hidrantes, eletrodutos e outros, devem ser interligadas ao aterramento de forma conveniente.
- Os aterramentos devem ser realizados em anel fechado, malha, ou preferencialmente pelas ferragens estruturais das fundações da edificação, quando esta for eletricamente contínua (e na maioria das vezes é).
- Todos os terminais "terra" existentes nos equipamentos deverão estar interligados ao aterramento via condutores de proteção PE que, obviamente, deverão estar distribuídos por toda a instalação da edificação.
- Todos os ETIs (equipamentos de tecnologia de informações) devem ser protegidos por DPSs (dispositivos de proteção contra surtos), constituídos por varistores centelhadores, diodos especiais, Taz ou Tranzooby, ou uma associação deles.
- Todos os terminais "terra" dos DPSs devem ser ligados ao BEP (barramento de eqüipotencialização principal) através da ligação da massa dos ETIs pelo condutor de proteção PE.
- No QDP, ou no quadro do secundário do transformador, dependendo da configuração da instalação elétrica de baixa tensão, deve ser instalado um DPS (dispositivo de proteção contra surtos) de características nominais mais elevadas que possibilite uma coordenação eficaz nos quadros de alimentação dos circuitos terminais que alimentam os ETIs.
- Nestes casos podem ser utilizados vários recursos que otimizem o custo da instalação, como, por exemplo, o aproveitamento de bandejamento dos cabos, hidrantes, caso seja garantida sua continuidade elétrica em parâmetros aceitáveis.

Para que a interligação ocorra de maneira correta e eficaz, deve-se instalar próximo ao QDP (quadro de distribuição principal de baixa tensão), para instalações de energia da edificação, uma barra de cobre distanciada da parede em alguns centímetros e isolada desta por isoladores de porcelana, resina, ou outro material isolante.

Esta barra deve ter dimensões compatíveis que assegurem um bom contato elétrico, preservando suas características de resistência mecânica e de baixa impedância elétrica. Conseqüentemente, um bom parâmetro para suas dimensões são: largura = 50 mm, espessura = 6 mm e comprimento não inferior a 500 mm. Tanto a NBR 5410/2004 quanto a NBR 5419/2001 denominam este barramento de BEP (barramento de equipotencialização principal).

Portanto, fazer uma interligação convenientemente consiste em se conectar todos os aterramentos neste BEP, inclusive as ferragens da edificação, pelo caminho mais curto possível e dela se retirar tantos condutores de proteção PE quantos forem necessários para "servir" a instalação.

Cabe esclarecer que se por qualquer motivo alguma tubulação metálica não puder ser diretamente interligada ao BEP, por exemplo a corrosão galvânica, esta interligação deverá ser realizada de forma indireta via centelhador.

### Principais Problemas Causados Pela Falta de Eqüipotencialização (Diferença de Potenciais) em Aterramentos de Uma Mesma Instalação:

- Riscos de choques que podem provocar danos fisiológicos às pessoas e animais. No caso de a isolação de um dos equipamentos vir a ser rompida, gerando assim uma diferença de potencial entre a carcaça do equipamento em relação ao aterramento ou à carcaça de outro equipamento, pode ocorrer um circuito fechado no toque simultâneo entre o equipamento com isolação danificado e outro equipamento ou aterramento. Dessa forma, uma corrente de falta flui pelo corpo da pessoa ou animal que venha a executar este tipo de ação.
- Riscos de rompimento de isolação em equipamentos de tecnologia da informação e similares que necessitem de interligações para intercâmbio de dados e em equipamentos eletrônicos suscetíveis a interferência. Isto causa danos aos equipamentos, prejudicando seu funcionamento individual ou, em casos extremos, paralisando grandes linhas de produção.



# NEWSEG

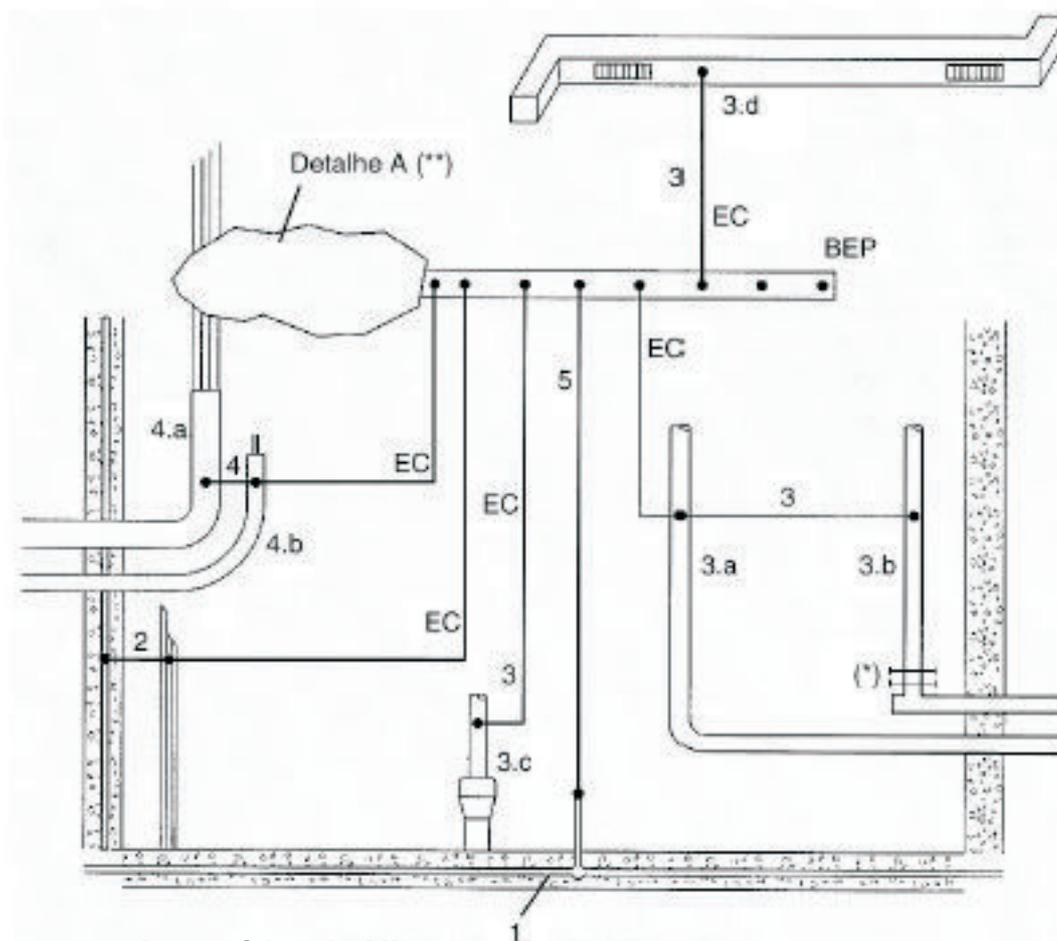
Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

- 1- Condutor de aterramento
- 2- Estrutura do prédio
- 3- a) Água
- 3- b) Gás
- 3- c) Esgoto
- 3- d) Duto de ar condicionado
- 4- a) Eletroduto de Sinal
- 4- b) Eletroduto de elétrica

BEP = Barra de Equipotencialização Principal

EC = Condutor de Equipotencialização

(\*) = Válvula



## Seccionamento Automático da Alimentação

No sistema de proteção contra choques elétricos (contatos indiretos) por seccionamento automático da alimentação, as massas devem ser ligadas a condutores de proteção, compondo uma "rede de aterramento", e "um dispositivo de proteção deve seccionar automaticamente a alimentação do circuito por ele protegido sempre que uma falta entre parte viva e massa der origem a uma tensão de contato perigosa".

O tempo máximo admissível de seccionamento é dado em função da tensão fase-terra- $U_0$  em esquemas de ligação de aterramento TN, e em função da tensão fase-fase em esquemas de aterramento IT, sendo também classificado em função da seletividade.

São utilizados na proteção por seccionamento automático dispositivos de sobrecorrente (disjuntores, fusíveis) ou dispositivos de corrente diferencial, sendo sua utilização condicionada aos esquemas de aterramento, conforme mostrado a seguir:

Observamos a incompatibilidade entre os dispositivos tipo DR e os sistemas PEN e PE, pois na utilização deste dispositivo nestas instalações não há diferença de corrente residual no sensor do DR na ocorrência de falhas, visto que o condutor de proteção PEN ou PE está passando no sensor, havendo assim o equilíbrio entre as correntes, porque toda diferenciação entre as fases acarretará uma corrente de mesma intensidade no condutor PEN ou PE. Devemos, então, executar a separação entre condutor PE e N para utilização de DR.

A seguir serão apresentadas informações importantes para as ligações equipotenciais.

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



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

Uma tensão contínua sem ondulação é convencionalmente definida como apresentando uma taxa de ondulação inferior a 10% em valor eficaz; o valor da crista máxima não deve ultrapassar 140 V, para um sistema em corrente contínua sem ondulação com 120 V nominais ou 70 V para um sistema em CC sem ondulação com 60 V nominais.

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

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

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



Bi polar



Tetrapolar

Dispositivos a corrente diferencial residual – DR

## Princípio de Funcionamento

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

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

Quando essa diferença atinge um determinado valor, é ativado um relé. Este relé irá provocar a abertura dos contatos principais do próprio dispositivo ou do dispositivo associado (contator ou disjuntor). Poderia, eventualmente, como observado no início, apenas acionar um alarme visual ou sonoro. Mas neste caso se trata de proteção; e proteção no caso mais geral significa desligamento do circuito.

O dispositivo DR é composto, basicamente, dos seguintes elementos:

- » um TC de detecção, toroidal, sobre o qual são enrolados, de forma idêntica, cada um dos condutores do circuito e que acomoda também o enrolamento de detecção, responsável pela medição das diferenças entre correntes dos condutores; e
- » um elemento de "processamento" do sinal e que comanda o disparo do DR, geralmente designado relé diferencial ou relé reversível.

## Uso do Dispositivo DR

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

Os dispositivos DR (diferencial-residual) podem ser do tipo com ou sem fonte auxiliar, que pode ser a própria rede de alimentação.

Dispositivo DR com fonte auxiliar – caso não atuem automaticamente por falha de fonte auxiliar é admitido somente se uma das duas condições for satisfeita:

1. a proteção contra contatos indiretos for assegurada por outros meios no caso de falha da fonte auxiliar e
2. os dispositivos forem instalados em instalações operadas, testadas e mantidas por pessoas advertidas ou qualificadas.

**Esquema TN** pode ser protegido por um dispositivo DR, o mesmo ocorrendo em circuitos terminais. Nesse caso as massas não precisam ser ligadas ao condutor de proteção do esquema TN, desde que sejam ligadas a um eletrodo de aterramento com resistência compatível com a corrente de atuação do dispositivo DR.

**Esquema TT** se uma instalação for protegida por um único dispositivo DR, este deve ser colocado na origem da instalação, a menos que a parte da instalação compreendida entre a origem e o dispositivo não possua qualquer massa e satisfaça a medida de proteção pelo emprego de equipamentos classe II (50 a 1 500 V) ou pela aplicação de isolamento suplementar.

**Esquema IT** quando a proteção for assegurada por um dispositivo DR e o seccionamento à primeira falta não for cogitado, a corrente diferencial-residual de não atuação do dispositivo deve ser no mínimo igual à corrente que circula quando uma primeira falta franca à terra afete um condutor-fase.

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

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

### Tipos de DR

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

- interruptores diferenciais-residuais;
- disjuntores com proteção diferencial-residual incorporada;
- tomadas com interruptor DR incorporado;
- blocos diferenciais acopláveis e disjuntores em caixa moldada ou a disjuntores modulares (minidisjuntores);
- peças avulsas (relé DR e transformador de corrente toroidal) que são associadas apenas a um elemento de sinalização e/ou alarme, se eventualmente for apenas este, e não um desligamento, que é o objetivo da detecção diferencial-residual.

### **Proteção por Extrabaixa Tensão**

É comum o emprego da tensão de 24V para condições de trabalho desfavoráveis, como trabalho em ambientes úmidos. Tais condições são favoráveis a choque elétrico nestes tipos de ambiente, pois a resistência do corpo humano é diminuída e a isolamento elétrica dos equipamentos fica comprometida. Equipamentos de solda empregados em espaços confinados, como solda em tanques, requerem que as tensões empregadas sejam baixas.

A proteção por extrabaixa tensão consiste em empregar uma fonte da baixa tensão ou uma isolamento elétrica confiável, se a tensão extrabaixa for obtida de circuitos de alta-tensão.

A tensão extrabaixa é obtida tanto através de transformadores isoladores como de baterias e geradores.

A tensão extrabaixa é aquela situada abaixo de 50 V.

Certos critérios devem ser observados quanto ao uso deste tipo de proteção, como por exemplo:

- » não aterrar o circuito de extrabaixa tensão;
- » não fazer ligações condutoras com circuitos de maior tensão;
- » não dispor os condutores de um circuito de extrabaixa tensão em locais que contenham condutores de tensões mais elevadas.

Do ponto de vista da segurança este método é excelente, pois aqui o fator de segurança é multiplicado por três, ou seja, multiplica-se pelos três fatores: a isolamento funcional, a isolamento do sistema, no caso de transformadores, e a redução da tensão. Contudo, do ponto de vista prático, este método de proteção tem suas desvantagens, como: necessidade de uma instalação elétrica de baixa tensão, grandes secções transversais para os condutores de fornecimento da baixa tensão e, freqüentemente, construção de equipamentos de dimensões relativamente grandes quando comparados com equipamentos que se utilizam de tensões mais altas para o seu funcionamento.

## **Proteção por Barreiras e Invólucros** Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

São destinados a impedir todo contato com as partes vivas da instalação elétrica, ou melhor, as partes vivas devem estar no interior de invólucros ou atrás de barreiras. As barreiras e invólucros devem ser fixados de forma segura e também possuir robustez e durabilidade suficiente para manter os graus de proteção e ainda apresentar apropriada separação das partes vivas. As barreiras e invólucros podem:

- » impedir que pessoas ou animais toquem acidentalmente as partes vivas; e
- » garantir que as pessoas sejam advertidas de que as partes acessíveis através da abertura são vivas e não devem ser tocadas intencionalmente.

## **Proteção por Obstáculos e Anteparos**

São destinados a impedir contatos acidentais com partes vivas, mas não os contatos voluntários por uma tentativa deliberada de contorno do obstáculo. Os obstáculos e anteparos devem impedir:

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

## **Locais de Serviço Elétrico**

Nestes locais a NBR 5410/2004 admite o uso de medidas de proteção apenas parciais ou mesmo a sua dispensa. Estes locais técnicos abrigam equipamentos elétricos, sendo proibido o ingresso de pessoas que não sejam advertidas ou qualificadas. Em suma, o acesso a esses locais é restrito apenas aos técnicos responsáveis.

## **Proteção por Isolamento das Partes Vivas**

### Isolamento Elétrico

É a ação destinada a impedir todo o contato com as partes vivas da instalação elétrica. As partes vivas devem ser completamente recoberta por uma isolação que só possa ser removida através de sua destruição.

### Isolação Dupla ou Reforçada

A utilização de isolação dupla ou reforçada tem como finalidade propiciar uma dupla linha de defesa contra contatos indiretos. A isolação dupla é constituída de:

- **Isolação básica** – Isolação aplicada às partes vivas, destinada a assegurar proteção básica contra choques.
- **Isolação suplementar** – Isolação independente e adicional à isolação básica, destinada a assegurar proteção contra choques elétricos em caso de falha da isolação básica (ou seja, assegurar proteçõesupletiva). Comumente, são utilizados sistemas de isolação dupla em alguns eletrodomésticos e ferramentas elétricas portáteis (furadeiras, lixadeiras, etc.). Neste caso, em sua plaqueta de identificação haverá um símbolo indicativo gravado, ou seja, dois quadrados de lados diferentes, paralelos, um dentro do outro.

Podemos observar este tipo de isolação na instalação de um padrão de medição em baixa tensão, pois neste tipo de instalação os condutores não tendo dupla isolação devem ser instalados em eletroduto flexível isolante, conforme mostrado a seguir.

A **isolação reforçada** é um tipo de isolação única aplicada às partes vivas que assegura um grau de proteção contra choques elétricos equivalente ao da dupla isolação.

A expressão “isolação única” não implica que a isolação deva constituir uma peça homogênea. Ela pode comportar diversas camadas impossíveis de serem ensaiadas isoladamente, como isolação básica ou como isolação suplementar.

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

A colocação fora de alcance destina-se somente a impedir os contatos involuntários com as partes vivas.

Quando há o espaçamento, este deve ser suficiente para que se evite que pessoas circulando nas proximidades das partes vivas possam entrar em contato com essas partes, seja diretamente ou por intermédio de objetos que elas manipulem ou transportem.

## **Proteção por separação elétrica**

**Proteção por separação elétrica** – Tratada na NBR-5410/2004, consiste em abaixar a tensão para níveis seguros (extrabaixa tensão: menor que 50 V para ambientes secos e menor que 25 V para ambientes úmidos e molhados) através do uso de transformador de separação.

A proteção por separação elétrica pode ser realizada pelos seguintes meios:

- » Transformador de separação;
- » Grupo motor-gerador com enrolamentos que forneçam uma separação equivalente à de um transformador.

Circuitos eletricamente separados podem alimentar um único ou vários equipamentos. A situação ideal é aquela em que temos um único equipamento conectado ao circuito. Sua massa deve ser aterrada. Com vários equipamentos alimentados pelo mesmo circuito, estes devem ser ligados entre si por condutores de equipotencialidade, não aterrados.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Equipamentos de Proteção Coletiva

Como estudado anteriormente, em todos os serviços executados em instalações elétricas devem ser previstas e adotadas prioritariamente medidas de proteção coletiva para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores.

As medidas de proteção coletiva compreendem prioritariamente a desenergização elétrica, e na sua impossibilidade, o emprego de tensão de segurança, conforme estabelece a NR-10.

Essas medidas visam à proteção não só de trabalhadores envolvidos com a atividade principal que será executada e que gerou o risco, como também à proteção de outros funcionários que possam executar atividades paralelas nas redondezas ou até de passantes, cujo percurso pode levá-los à exposição ao risco existente.

A seguir serão descritos alguns equipamentos e sistemas de proteção coletiva usados nas instalações elétricas:

### Conjunto de Aterramento

Equipamento destinado à execução de aterramento temporário, visando à equipotencialização e proteção pessoal contra energização indevida do circuito em intervenção.

### Tapetes de Borracha Isolantes

Acessório utilizado principalmente em subestações, sendo aplicado na execução da isolação contra contatos indiretos, minimizando assim as conseqüências por uma falha de isolação nos equipamentos.

### Cones e Bandeiras de Sinalização

Materiais destinados a fazer a isolação de uma área onde estejam sendo executadas intervenções.

### Placas de Sinalização

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

### Protetores Isolantes de Borracha ou PVC Para Redes Elétricas

Anteparos destinados à proteção contra contatos acidentais em redes aéreas, são utilizados na execução de trabalhos próximos a ou em redes energizadas.

## Equipamentos de Proteção Individual

Nos trabalhos em instalações elétricas, quando as medidas de proteção coletiva forem tecnicamente inviáveis ou insuficientes para controlar os riscos, devem ser adotados equipamentos de proteção individual (EPIs) específicos e adequados às atividades desenvolvidas, em atendimento ao disposto na NR-6, a norma regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego relativa a esses equipamentos.

As vestimentas de trabalho devem ser adequadas às atividades, considerando-se, também, a condutibilidade, a inflamabilidade e as influências eletromagnéticas.

É vedado o uso de adornos pessoais nos trabalhos com instalações elétricas ou em suas proximidades, principalmente se forem metálicos ou que facilitem a condução de energia.

Todo EPI deve possuir um Certificado de Aprovação (CA) emitido pelo Ministério do Trabalho e Emprego.

O EPI deve ser usado quando:

- » não for possível eliminar o risco por outros meios;
- » for necessário complementar a proteção coletiva;

### **Exemplos de EPIs**

#### Óculos de Segurança

Equipamento destinado à proteção contra elementos que venham a prejudicar a visão, como, por exemplo, descargas elétricas.

#### Capacetes 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 20 kV).



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Luvas Isolantes

Elas podem ser testadas com inflador de luvas para verificação da existência de furos, e por injeção de tensão de testes.

As luvas isolantes apresentam identificação no punho, próximo da borda, marcada de forma indelével, que contém informações importantes, como a tensão de uso, por exemplo, nas cores correspondentes a cada uma das seis classes existentes.

Elas são classificadas segundo NBR 10622 pelo nível de tensão de trabalho e de teste:

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

## Calçados (Botinas, Sem Biqueira de Aço)

Equipamento utilizado para minimizar as conseqüências de contatos com partes energizadas, as botinas são selecionadas conforme o nível de tensão de isolamento e aplicabilidade (trabalhos em linhas energizadas ou não).

Devem ser acondicionadas em local apropriado, para a não perder suas características de isolamento.

## Cinturão de Segurança

Equipamento destinado à proteção contra queda de pessoas, sendo obrigatória sua utilização em trabalhos acima de 2 metros de altura. Pode ser basicamente de dois tipos: abdominal e de três pontos (para-quedista).

Para o tipo para-quedista, podem ser utilizados trava-quadras instalados em cabos de aço ou flexível fixados em estruturas a serem escaladas.

## Protetores Auriculares

Equipamento destinado a minimizar as conseqüências de ruídos prejudiciais à audição.

Para trabalhos com eletricidade, devem ser utilizados protetores apropriados, sem elementos metálicos.

## Máscaras/Respiradores

Equipamento destinado à utilização em áreas confinadas e sujeitas a emissão de gases e poeiras.

## **Legislação Específica**

A Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) apresenta artigos específicos sobre os EPIs:

“Art. 166 – A empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, equipamento de Proteção Individual adequado ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento, sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes e danos à saúde dos empregados.”

“Art. 167 – O EPI só poderá ser posto à venda ou utilizado com a indicação do Certificado de Aprovação do Ministério do Trabalho.”

A Norma Regulamentadora nº 6, ao tratar dos equipamentos de proteção individual, estabelece as obrigações do empregador:

- a) adquirir o EPI adequado ao risco de cada atividade;
- b) exigir seu uso;
- c) fornecer ao trabalhador somente o aprovado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;
- d) orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação;
- e) substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado;
- f) responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica;



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

g) comunicar ao MTE (Ministério do Trabalho e Emprego) qualquer irregularidade observada.

Quanto ao EPI, o empregado deverá:

- a) usá-lo apenas para a finalidade a que se destina;
- b) responsabilizar-se por sua guarda e conservação;
- c) comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para uso.

O artigo 158 da CLT dispõe: “Constitui ato faltoso do empregado a recusa do uso do EPI.”

Além dessas obrigações legais, todo EPI antes de sua utilização deve ser inspecionado visualmente. Caso haja dúvidas sobre sua integridade, devem ser consultados suas especificações técnicas ou o responsável pela área de segurança da empresa.

## Normas Técnicas Brasileiras

### Normas ABNT

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

#### a) 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 apresentados na norma, incluindo etapas de inspeção visual e de ensaios específicos.

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

A NBR 14039 abrange as instalações de consumidores, incluindo suas subestações, dentro da faixa de tensão especificada. Ela não inclui as redes de distribuição das empresas concessionárias de energia elétrica. Além de todas as prescrições técnicas para dimensionamento dos componentes dessas instalações, a norma estabelece critérios específicos de segurança para as subestações consumidoras, incluindo acesso, parâmetros físicos e de infra-estrutura. Procedimentos de trabalho também são objeto de atenção da referida norma que, a exemplo da NBR 5410, também especifica as características de aceitação e manutenção dessas instalações.

Existem muitas outras normas técnicas direcionadas às instalações elétricas, cabendo aos profissionais conhecerem as prescrições que elas estabelecem, de acordo com o tipo de instalação em que estão trabalhando. As normas a seguir relacionadas são boas referências para consultas e seus títulos são auto-explicativos a respeito do seu escopo.

Muitas delas são complementos das prescrições gerais estabelecidas nas normas técnicas de baixa e média tensão anteriormente citadas.

#### NBR 5418 – Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas

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

#### NBR 5419 – Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas

Fixa as condições exigíveis ao projeto, instalação e manutenção de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) de estruturas, bem como de pessoas e instalações no seu aspecto físico dentro do volume protegido.

Quando a utilização de um produto pode comprometer a segurança ou a saúde do consumidor, o INMETRO ou outro órgão regulamentador pode 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, estabilizadores de tensão, entre outros.

## **Regulamentações do MTE**

Os instrumentos jurídicos de proteção ao trabalhador têm sua origem na Constituição Federal que, ao relacionar os direitos dos trabalhadores, incluiu 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. Sobre a segurança em instalações e serviços em eletricidade, a referência é a NR-10, que estabelece as condições mínimas exigíveis para garantir a segurança dos empregados que trabalham em instalações elétricas, em suas diversas etapas, incluindo elaboração de projetos, execução, operação, manutenção, reforma e ampliação, em quaisquer das fases de geração, Transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica. A NR-10 exige também que sejam observadas as normas técnicas oficiais vigentes e, na falta destas, as normas técnicas internacionais. A fundamentação legal, que dá o embasamento jurídico à existência desta NR, está nos artigos 179 a 181 da Consolidação das Leis do Trabalho – CLT.

## Habilitação, Qualificação, Capacitação e Autorização dos Profissionais

Entre as prescrições da NR-10 estão os critérios que devem atender os profissionais que atuam em instalações elétricas, que considera:

Profissional qualificado aquele que comprovar conclusão de curso específico na área elétrica reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino profissional legalmente habilitado aquele previamente qualificado e com registro no competente conselho de classe.

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

- a) seja treinado por profissional habilitado e autorizado;
- b) trabalhe sob a responsabilidade de um profissional habilitado e autorizado.

São considerados autorizados os trabalhadores habilitados ou capacitados com anuência formal da empresa.

Todo profissional autorizado deve portar identificação visível e permanente contendo as limitações e a abrangência de sua autorização.

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

Os profissionais e pessoas autorizadas a trabalhar em instalações elétricas devem apresentar estado de saúde compatível com as atividades a serem desenvolvidas.

Os profissionais e pessoas autorizadas a trabalhar em instalações elétricas devem possuir treinamento específico sobre os riscos decorrentes do emprego da energia elétrica e as principais medidas de prevenção de acidentes em instalações elétricas.

Deve ser realizado um treinamento de reciclagem bienal e sempre que ocorrer alguma das situações a seguir:

- a) Troca de função ou mudança de empresa;
- b) Retorno de afastamento ao trabalho ou inatividade, por período superior a 3 meses;
- c) Modificações significativas nas instalações elétricas ou troca de métodos e/ou processos de trabalhos.

O trabalho em áreas classificadas deve ser precedido de treinamento específico de acordo com o risco envolvido.

Os trabalhadores com atividades em proximidades de instalações elétricas devem ser informados e possuir conhecimentos que permitam identificá-las, avaliar seus possíveis riscos e adotar as precauções cabíveis.

## **Rotinas de trabalho**

### **Procedimentos de trabalho**

Todos os serviços em instalações elétricas devem ser planejados, programados e realizados em conformidade com procedimentos de trabalho específicos e adequados.

Os trabalhos em instalações elétricas devem ser precedidos de ordens de serviço com especificação mínima do tipo de serviço, do local e dos procedimentos a serem adotados.

Os procedimentos de trabalho devem conter instruções de segurança do trabalho, de forma a atender a esta NR.

As instruções de segurança do trabalho necessárias à realização dos serviços em eletricidade devem conter, no mínimo, objetivo, campo de aplicação, base técnica, competência e responsabilidades, disposições gerais, medidas de controle e orientações finais.

A autorização para serviços em instalações elétricas deve ser emitida por profissional habilitado, com anuência formal da administração, devendo ser coordenada pela área de segurança do trabalho, quando houver, de acordo com a Norma Regulamentadora nº 4 – Serviços especializados em engenharia de segurança e em medicina do trabalho.

Na liberação de serviços em instalação desenergizada para equipamentos, circuitos e intervenção, deve-se confirmar a desenergização do circuito/equipamento a ser executada a intervenção (manutenção), seguindo os procedimentos:

**a) Seccionamento** – Confirmar se o circuito desligado é o alimentador do circuito a ser executada a intervenção, mediante a verificação dos diagramas elétricos e folha de procedimentos e a identificação do mesmo em campo.

**b) Impedimento de Reenergização** – Verificar as medidas de impedimento de reenergização aplicadas, que sejam compatíveis ao circuito em intervenção, como: abertura de seccionadoras, retirada de fusíveis, afastamento de disjuntores de barras, relés de bloqueio, travamento por chaves, utilização de cadeados.

**c) Constatação da Ausência de Tensão** – É feita no próprio ambiente de trabalho através de: instrumentos de medições dos painéis (fixo) ou instrumentos detectores de tensão (observar sempre a classe de tensão desses instrumentos), verificar se os EPIs e EPCs necessários para o serviço estão dentro das normas vigentes e se as pessoas envolvidas estão devidamente protegidas.

**d) Instalação de Aterramento Temporário** – Verificar a instalação do aterramento temporário quanto à perfeita equipotencialização dos condutores do circuito ao referencial de terra, com a ligação dos mesmos a esse referencial com equipamentos apropriados.

**e) Proteção dos Elementos Energizados Existentes na Zona Controlada** – Verificar a existência de equipamentos energizados nas proximidades do circuito ou equipamento a sofrer intervenção, checando assim os procedimentos, materiais e EPIs necessários para a execução dos trabalhos, obedecendo à tabela de zona de risco e zona controlada. A proteção poderá ser feita por meio de obstáculos ou barreiras, de acordo com a análise de risco.

**f) Instalação da Sinalização de Impedimento de Energização** – Confirmar se foi feita a instalação da sinalização em todos os equipamentos que podem vir a energizar o circuito ou equipamento em intervenção. Na falta de sinalização de todos os equipamentos, esta deve ser providenciada.

## **Liberação para serviços**

Tendo como base os procedimentos já vistos anteriormente, o circuito ou equipamento estará liberado para intervenção, sendo a liberação executada pelo técnico responsável pela execução dos trabalhos.

Somente estarão liberados para a execução dos serviços os profissionais autorizados, devidamente orientados e com equipamentos de proteção e ferramental apropriado.

Após a conclusão dos serviços e com a autorização para reenergização do sistema, deve-se:

- Retirar todas as ferramentas, utensílios e equipamentos;
- Retirar todos os trabalhadores não envolvidos no processo de reenergização da zona controlada;
- Remover o aterramento temporário da equipotencialização e as proteções adicionais;
- Remover a sinalização de impedimento de energização;
- Destruir, se houver, e realizar os dispositivos de seccionamento.

## **Responsabilidades**

### Gerência Imediata

• Instruir e esclarecer seus funcionários sobre as normas de segurança do trabalho e sobre as precauções relativas às peculiaridades dos serviços executados em estações.

• Fazer cumprir as normas de segurança do trabalho a que estão obrigados todos os empregados, sem exceção



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

- Designar somente pessoal devidamente habilitado 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 no seu desenvolvimento.
- Comunicar à gerência imediatas irregularidades observadas no cumprimento das normas de segurança do trabalho, inclusive quando ocorrerem fora de sua área de serviço.
- Advertir pronta e adequadamente os funcionários sob sua responsabilidade, quando deixarem de cumprir as normas de segurança do trabalho.
- Zelar pela conservação das ferramentas e dos equipamentos de segurança, assim como pela 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 CIPAs na sugestão de medidas de segurança do 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 a interrupção dos serviços em execução, antes de seu reinício devem ser tomadas precauções para verificação da segurança geral, como foi feita antes do início do trabalho.

## Empregados

- Observar as 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 estes executarem os serviços de maneira incorreta ou atos que possam gerar acidentes.
- Comunicar imediatamente ao seu superior e aos companheiros de trabalho qualquer acidente, por mais insignificante que seja, ocorrido consigo, com colegas ou terceiros, para que sejam tomadas as providências cabíveis.
- Avisar 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 ocorrência de procedimentos que possam gerar riscos de segurança.
- Não ingerir bebidas alcoólicas ou usar drogas antes do início, nos intervalos ou durante a jornada de trabalho.
- Evitar brincadeiras em serviço.
- Não portar arma, excluindo-se os casos de empregados autorizados pela Administração da Empresa, em razão das funções que desempenham.
- Não utilizar objetos metálicos de uso pessoal, tais como: anéis, correntes, relógios, bota com biqueira de aço, isqueiros a gás, a fim de se evitar o agravamento das lesões em caso de acidente elétrico.
- Não usar aparelhos sonoros.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Visitantes

O empregado encarregado de conduzir visitantes pelas instalações da empresa, deverá:

- Dar-lhes conhecimento das normas de segurança.
- Fazer com que se mantenham juntos.
- Alertar-lhes para que mantenham a distância adequada dos equipamentos, não os tocando.
- Fornecer-lhes EPIs aplicáveis (capacetes, protetores auriculares, etc.).

## Documentação de instalações elétricas

Todas as empresas estão obrigadas a manter diagramas unifilares das instalações elétricas com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção.

Devem ser mantidos atualizados os diagramas unifilares das instalações elétricas com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção.

Os estabelecimentos com potência instalada igual ou superior a 75 kW devem constituir Prontuário de Instalações Elétricas, de forma a organizar o memorial contendo, no mínimo:

- a) os diagramas unifilares, os sistemas de aterramento e as especificações dos dispositivos de proteção das instalações elétricas;
- b) o relatório de auditoria de conformidade à NR-10, com recomendações e cronogramas de adequação, visando ao controle de riscos elétricos;
- c) o conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas à NR-10 e descrição das medidas de controle existentes;
- d) a documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas;
- e) os equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental aplicáveis, conforme determina a NR-10;
- f) a documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos profissionais e dos treinamentos realizados;
- g) as certificações de materiais e equipamentos utilizados em área classificada.

As empresas que operam em instalações ou com equipamentos integrantes do sistema elétrico de potência ou nas suas proximidades devem acrescentar ao prontuário os documentos relacionados anteriormente e os a seguir listados:

- a) descrição dos procedimentos de ordem geral para contingências não previstas;
- b) certificados dos equipamentos de proteção coletiva e individual.

O Prontuário de Instalações Elétricas deve ser organizado e mantido pelo empregador ou por pessoa formalmente designada pela empresa e permanecer à disposição dos trabalhadores envolvidos nas instalações e serviço em eletricidade.

O Prontuário de Instalações Elétricas deve ser revisado e atualizado sempre que ocorrerem alterações nos sistemas elétricos.

Os documentos previstos no Prontuário de Instalações Elétricas devem ser elaborados por profissionais legalmente habilitados.

No interior das subestações deverá estar disponível, em local acessível, um esquema geral da instalação.

Toda a documentação deve ser em língua portuguesa, sendo permitido o uso de língua estrangeira adicional.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Referências Bibliográficas

- ABNT. NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão, 2004. 209 p.  
ABNT. NBR 5419: Sistema de proteção contra descargas atmosféricas, 2001.  
ABNT. NBR 14039: Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 13,2 kV, 2003. 65 p.  
ABNT. NBR 6533: Estabelecimento de segurança aos efeitos da corrente elétrica percorrendo o corpo humano.  
ABNT. NBR 6146: Graus de proteção.  
NR 10 : 2004  
BLUMENSCHNEIN, Quintiliano Avelar. Perigos da eletricidade. 1989.  
CREDER, Hélio. Instalações elétricas. Rio de Janeiro: LTC Editora S.A., 2002.  
ELETROPAULO. INO 056/85. São Paulo, 1985.  
FERREIRA, Vitor Lúcio. Eletricidade industrial. Impress Gráfica, 2004.  
FILHO, Silvério Visacro – Aterramentos elétricos.  
HUBSCHER, J. Klave H. Curso elementar eletrotécnica. 1999.  
IEC. Norma 60479: Efeitos de corrente elétrica no corpo humano.  
KINDERMANN, Geraldo. Choque elétrico. Porto Alegre: Ed. Sagra Luzato, 2000.  
LUNA, Aelfo Marques. Os perigos da eletricidade. Recife. CHESF/DC, 1987.  
REIS, Jorge Santos; FREITAS, Roberto. Segurança e eletricidade. São Paulo: Fundacentro, 1980.

## Endereços Eletrônicos

[www.ritzbrasil.com.br](http://www.ritzbrasil.com.br)  
[www.fesp.com.br](http://www.fesp.com.br)  
[www.carbografite.com.br](http://www.carbografite.com.br)  
[www.cemig.com.br](http://www.cemig.com.br)  
[www.mte.gov.br](http://www.mte.gov.br)  
[www.unesp.br](http://www.unesp.br)  
[www.miomega.com.br](http://www.miomega.com.br)  
[www.coltec.ufmg.br](http://www.coltec.ufmg.br)  
[www.ge.com.br](http://www.ge.com.br)  
[www.jakobi.com.br](http://www.jakobi.com.br)  
[www.3m.com.br](http://www.3m.com.br)



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Prevenção e Combate à Incêndios

### Introdução

A Proteção Contra Incêndio é um assunto um pouco mais complexo do que possa parecer. A primeira vista, imagina-se que ela é composta pelos equipamentos de combate à incêndio fixados nas edificações, porém esta é apenas uma parte de um sistema, é necessário o conhecimento e o treinamento dos ocupantes da edificação. Estes deverão identificar e operar corretamente os equipamentos de combate a incêndio, bem como agir com calma e racionalidade sempre que houver início de fogo, extinguindo-o e/ou solicitando ajuda ao Corpo de Bombeiros através do telefone 193.

### Teoria do Fogo

#### Conceito de Fogo

Fogo é um processo químico de transformação. Podemos também defini-lo como o resultado de uma reação química que desprende luz e calor devido à combustão de materiais diversos.

#### Elementos que Compõem o Fogo

Os elementos que compõem o fogo são:

Combustível / Comburente (oxigênio) / Calor / Reação em cadeia



Esse quarto elemento, também denominado transformação em cadeia, vai formar o quadrado ou tetraedro do fogo, substituindo o antigo triângulo do fogo.

#### Combustível

É todo material que queima.

São sólidos, líquidos e gasosos, sendo que os sólidos e os líquidos se transformam primeiramente em gás pelo calor e depois inflamam.

Sólidos – Madeira, papel, tecido, algodão, etc.

Líquidos Voláteis – São os que desprendem gases inflamáveis à temperatura ambiente. Ex.: álcool, éter, benzina, etc.

Não Voláteis – São os que desprendem gases inflamáveis à temperaturas maiores do que a do ambiente. Ex.: óleo, graxa, etc.

Gasosos – Butano, propano, etano, etc.

#### Comburente (Oxigênio)

É o elemento ativador do fogo, que se combina com os vapores inflamáveis dos combustíveis, dando vida às chamas e possibilitando a expansão do fogo. Compõe o ar atmosférico na porcentagem de 21%, sendo que o mínimo exigível para sustentar a combustão é de 16%.

#### Calor

É uma forma de energia. É o elemento que dá início ao fogo, é ele que faz o fogo se propagar. Pode ser uma faísca, uma chama ou até um super aquecimento em máquinas e aparelhos energizados.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Reação em Cadeia

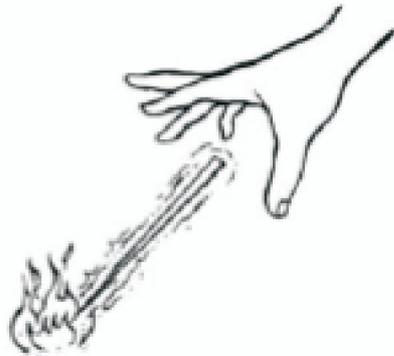
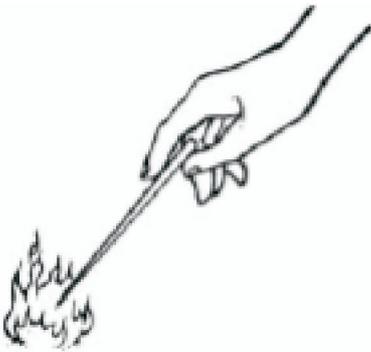
Os combustíveis, após iniciarem a combustão, geram mais calor. Esse calor provocará o desprendimento de mais gases ou vapores combustíveis, desenvolvendo uma transformação em cadeia ou reação em cadeia, que, em resumo, é o produto de uma transformação gerando outra transformação.

## Propagação do Fogo

O fogo pode se propagar:

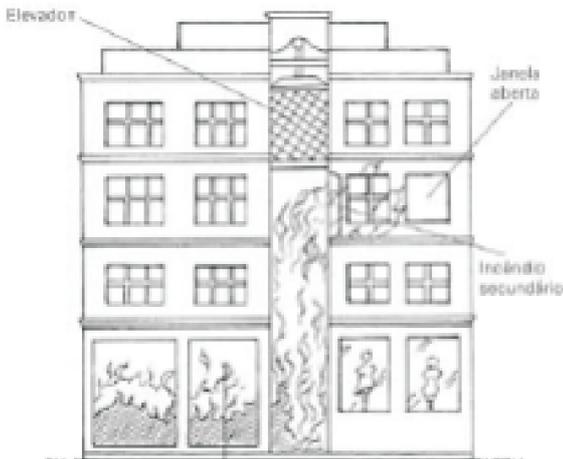
- Pelo contato da chama em outros combustíveis;
- Através do deslocamento de partículas incandescentes;
- Pela ação do calor.

O calor é uma forma de energia produzida pela combustão ou originada do atrito dos corpos. Ele se propaga por três processos de transmissão:



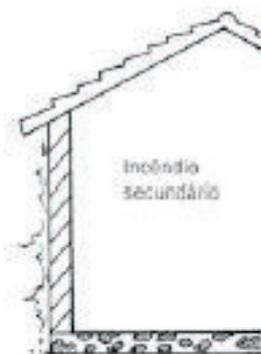
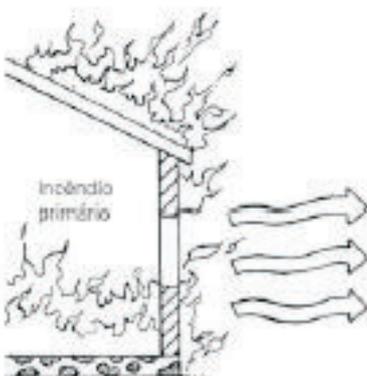
## Condução

É a forma pela qual se transmite o calor através do próprio material, de molécula a molécula ou de corpo a corpo.



## Convecção

É quando o calor se transmite através de uma massa de ar aquecida, que se desloca do local em chamas, levando para outros locais quantidade de calor suficiente para que os materiais combustíveis aí existentes atinjam seu ponto de combustão, originando outro foco de fogo.



## Irradiação

É quando o calor se transmite por ondas caloríficas através do espaço, sem utilizar qualquer meio material.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Pontos e Temperaturas Importantes do Fogo

### Ponto de Fulgor

É a temperatura mínima necessária para que um combustível desprenda vapores ou gases inflamáveis, os quais, combinados com o oxigênio do ar em contato com uma chama, começam a se queimar, mas a chama não se mantém porque os gases produzidos são ainda insuficientes.

### Ponto de Combustão

É a temperatura mínima necessária para que um combustível desprenda vapores ou gases inflamáveis que, combinados com o oxigênio do ar e ao entrar em contato com uma chama, se inflamam, e, mesmo que se retire a chama, o fogo não se apaga, pois essa temperatura faz gerar, do combustível, vapores ou gases suficientes para manter o fogo ou a transformação em cadeia.

### Temperatura de Ignição

É aquela em que os gases desprendidos dos combustíveis entram em combustão apenas pelo contato com o oxigênio do ar, independente de qualquer fonte de calor.

Principais pontos e temperaturas de alguns combustíveis ou inflamáveis		
Combustíveis Inflamáveis	Ponto de Fulgor	Temperatura de Ignição
Álcool etílico	12,6°C	371,0°C
Gasolina	-42,0°C	257,0°C
Querosene	38,0°C a 73,5°C	254,0°C
Parafina	199,0°C	245,0°C

## Classes de Incêndio

Os incêndios são classificados de acordo com as características dos seus combustíveis. Somente com o conhecimento da natureza do material que está se queimando, pode-se descobrir o melhor método para uma extinção rápida e segura.

### Classe A

- Caracteriza-se por fogo em materiais sólidos;
- Queimam em superfície e profundidade;
- Após a queima deixam resíduos, brasas e cinzas;

Esse tipo de incêndio é extinto principalmente pelo método de resfriamento, e as vezes por abafamento através de jato pulverizado.

### Classe B

- Caracteriza-se por fogo em combustíveis líquidos inflamáveis;
- Queimam em superfície;
- Após a queima, não deixam resíduos;

Esse tipo de incêndio é extinto pelo método de abafamento.

### Classe C

- Caracteriza-se por fogo em materiais/equipamentos energizados (geralmente equipamentos elétricos);

• A extinção só pode ser realizada com agente extintor não-condutor de eletricidade, nunca com extintores de água ou espuma;

O primeiro passo num incêndio de classe C, é desligar o quadro de força.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Classe D

- Caracteriza-se por fogo em metais pirofóricos (aluminio, antimônio, magnésio, etc.)
- São difíceis de serem apagados;

Esse tipo de incêndio é extinto pelo método de abafamento;

Nunca utilizar extintores de água ou espuma para extinção do fogo.

## Métodos de Extinção do Fogo

Partindo do princípio de que, para haver fogo, são necessários o combustível, comburente e o calor e a reação em cadeia, formando o quadrado ou tetraedro do fogo, quando já se admite a ocorrência de uma reação em cadeia, para nós extinguirmos o fogo, basta retirar um desses elementos.

Com a retirada de um dos elementos do fogo, temos os seguintes métodos de extinção:

### Extinção por Retirada do Material (Isolamento)

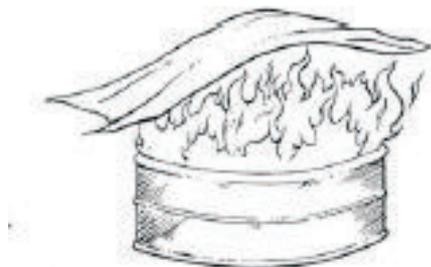
Esse método consiste em duas técnicas:

- Retirada do material que está queimando
- Retirada do material que está próximo ao fogo



### Extinção por Retirada do Comburente (Abafamento)

Este método consiste na diminuição ou impedimento do contato de oxigênio com o combustível.



### Extinção por retirada do calor (Resfriamento)

Este método consiste na diminuição da temperatura e eliminação do calor, até que o combustível não gere mais gases ou vapores e se apague.



### Extinção Química

Ocorre quando interrompemos a reação em cadeia.

Este método consiste no seguinte: o combustível, sob ação do calor, gera gases ou vapores que, ao se combinarem com o comburente, formam uma mistura inflamável. Quando lançamos determinados agentes extintores ao fogo, suas moléculas se dissociam pela ação do calor e se combinam com a mistura inflamável (gás ou vapor mais comburente), formando outra mistura não-inflamável.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Extintores de Incêndio

Destinam-se ao combate imediato e rápido de pequenos focos de incêndios, não devendo ser considerados como substitutos aos sistemas de extinção mais complexos, mas sim como equipamentos adicionais.

### Extintores Sobre Rodas (Carretas)

As carretas são extintores de grande volume que, para facilitar seu manejo e deslocamento, são montados sobre rodas.

### Recomendações

- Instalar o extintor em local visível e sinalizado;
- O extintor não deverá ser instalado em escadas, portas e rotas de fuga;
- Os locais onde estão instalados os extintores, não devem ser obstruídos;
- O extintor deverá ser instalado na parede ou colocado em suportes de piso;
- O lacre não poderá estar rompido;
- O manômetro dos extintores de AP (água pressurizada) e PQS (pó químico seco) deverá indicar a carga.

## Agentes Extintores

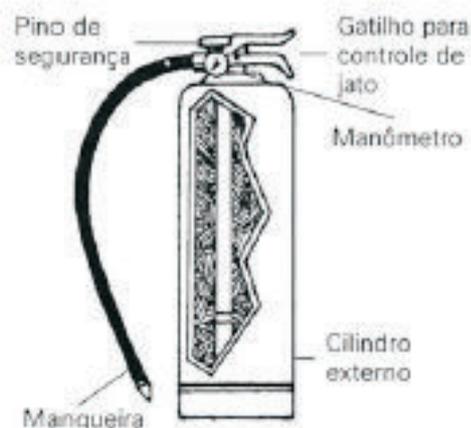
Trata-se de certas substâncias químicas sólidas, líquidas ou gasosas, que são utilizadas na extinção de um incêndio. Os principais e mais conhecidos são:

### Água Pressurizada

É o agente extintor indicado para incêndios de classe A.

Age por resfriamento e/ou abafamento.

Pode ser aplicado na forma de jato compacto, chuveiro e neblina. Para os dois primeiros casos, a ação é por resfriamento. Na forma de neblina, sua ação é de resfriamento e abafamento.



Aspecto interno

**ATENÇÃO:**

*Nunca use água em fogo das classes C e D.*

*Nunca use jato direto na classe B.*

### Gás Carbônico (Co<sub>2</sub>)

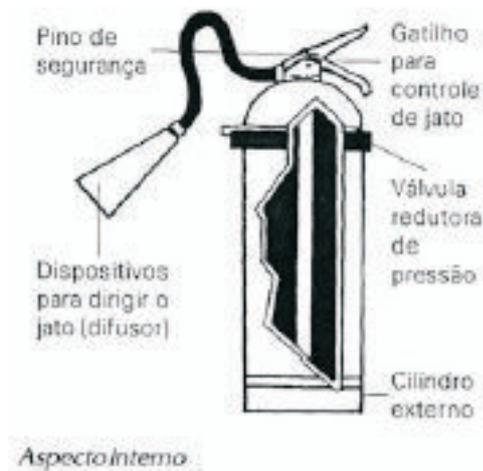
É o agente extintor indicado para incêndios da classe C, por não ser condutor de eletricidade;

Age por abafamento, podendo ser também utilizado nas classes A, somente em seu início e na classe B em ambientes fechados.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

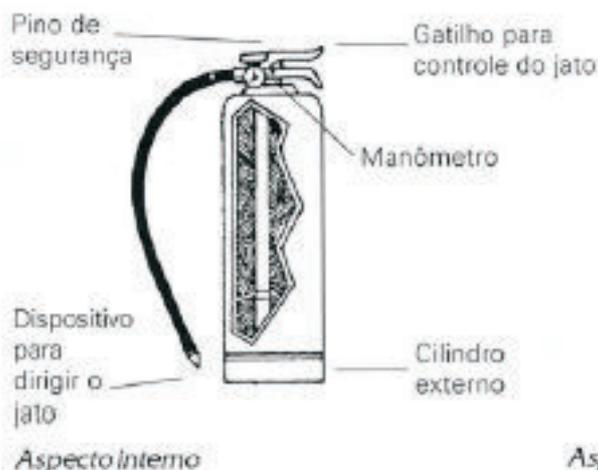


### Pó Químico

É o agente extintor indicado para combater incêndios da classe B;  
Age por abafamento, podendo ser também utilizados nas classes A e C, podendo nesta última danificar o equipamento.

### Pó Químico Especial

É o agente extintor indicado para incêndios da classe D;  
Age por abafamento.



### Pó ABC (Fosfato de Monoamônio)

É o agente extintor indicado para incêndios das classes A, B e C;  
Age por abafamento

### Outros Agentes

Além dos já citados, podemos considerar como agentes extintores terra, areia, cal, talco, etc.

### Espuma

É um agente extintor indicado para incêndios das classe A e B.

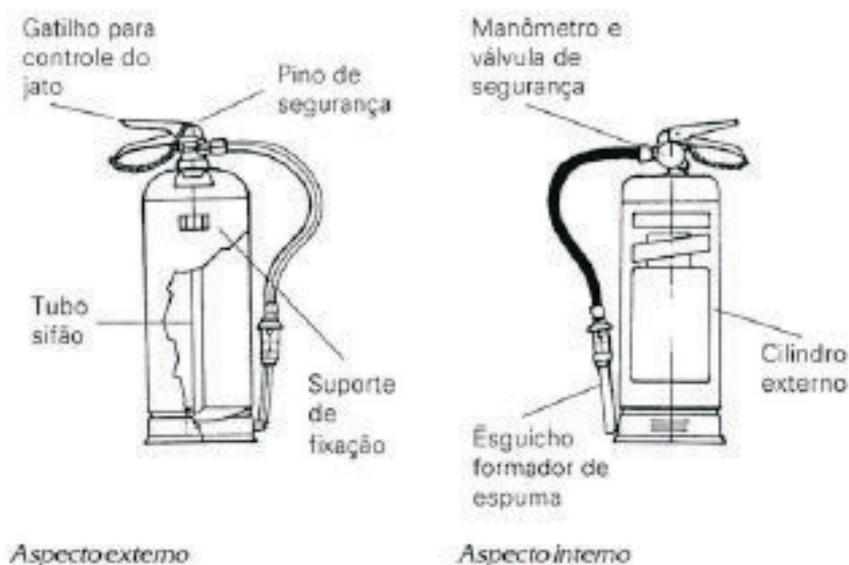
Age por abafamento e secundariamente por resfriamento.

Por ter água na sua composição, não se pode utiliza-lo em incêndio de classe C, pois conduz corrente elétrica.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho



## Prevenção de Incêndio

### Cuidados Necessários

- Respeitar as proibições de fumar no ambiente de trabalho (Lei Estadual nº 11.540, de 12/11/2003);
- Não acender fósforos, nem isqueiros ou ligar aparelhos celulares em locais sinalizados;
- Manter o local de trabalho em ordem e limpo;
- Evite o acúmulo de lixo em locais não apropriados;
- Colocar os materiais de limpeza em recipientes próprios e identificados;
- Manter desobstruídas as áreas de escape e não deixar, mesmo que provisoriamente, materiais nas escadas e corredores;
- Não deixar os equipamentos elétricos ligados após sua utilização. Desligue-os da tomada;
- Não improvisar instalações elétricas, nem efetuar consertos em tomadas e interruptores, sem que esteja familiarizado;
- Não sobrecarregar as instalações elétricas com a utilização do PLUG T, lembrando que o mesmo oferece riscos de curto-circuito e outros;
- Verificar antes da saída do trabalho, se não há nenhum equipamento elétrico ligado;
- Observar as normas de segurança ao manipular produtos inflamáveis ou explosivos;
- Manter os materiais inflamáveis em local resguardado e à prova de fogo;
- Não cobrir fios elétricos com o tapete;
- Ao utilizar materiais inflamáveis, faça-o em quantidades mínimas, armazenando-os sempre na posição vertical e na embalagem;
- Não utilizar chama ou aparelho de solda perto de materiais inflamáveis.

## Instruções Gerais em Caso de Emergências

### Em caso de Incêndio Recomenda – se:

- Manter a calma, evitando o pânico, correrias e gritarias;
- Acionar o Corpo de Bombeiros no telefone 193;
- Usar extintores ou os meios disponíveis para apagar o fogo;
- Acionar o botão de alarme mais próximo, ou telefonar para o ramal de emergência, quando não se conseguir a extinção do fogo;
- Fechar portas e janelas, confinando o local do sinistro;
- Isolar os materiais combustíveis e proteger os equipamentos, desligando o quadro de luz ou o equipamento da tomada;
- Comunicar o fato à chefia da área envolvida ou ao responsável do mesmo prédio;
- Armar as mangueiras para a extinção do fogo, se for o caso;



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

- Existindo muita fumaça no ambiente ou local atingido, usar um lenço como máscara (se possível molhado), cobrindo o nariz e a boca;
- Para se proteger do calor irradiado pelo fogo, sempre que possível, manter molhadas as roupas, cabelos, sapatos ou botas.

## Em Caso de Confinamento Pelo Fogo Recomenda-se:

- Procure sair dos lugares onde haja muita fumaça;
- Mantenha-se agachado, bem próximo ao chão, onde o calor é menor e ainda existe oxigênio;
- No caso de ter que atravessar uma barreira de fogo, molhe todo o corpo, roupas e sapatos, encharque uma cortina e enrole-se nela, molhe um lenço e amarre-o junto à boca e ao nariz e atravesse o mais rápido que puder.

## Em Caso de Abandono de Local Recomenda-se:

- Seja qual for a emergência, nunca utilizar os elevadores;
- Ao abandonar um compartimento, fechar a porta atrás de si (sem trancar) e não voltar ao local;
- Ande, não corra;
- Facilitar a operação dos membros da Equipe de Emergência para o abandono, seguindo à risca as suas orientações;
- Ajudar o pessoal incapacitado a sair, dispensando especial atenção àqueles que, por qualquer motivo, não estiverem em condições de acompanhar o ritmo de saída (deficientes físicos, mulheres grávidas e outros);
- Levar junto com você visitantes;
- Sair da frente de grupos em pânico, quando não puder controlá-los.

## Outras Recomendações

- Não suba, procure sempre descer pelas escadas;
- Não respire pela boca, somente pelo nariz;
- Não corra nem salte, evitando quedas, que podem ser fatais. Com queimaduras ou asfixias, o homem ainda pode salvar-se;
- Não tire as roupas, pois elas protegem seu corpo e retardam a desidratação. Tire apenas a gravata ou roupas de nylon;
- Se suas roupas se incendiarem, jogue-se no chão e role lentamente. Elas se apagarão por abafamento;
- Ao descer escadarias, retire sapatos de salto alto e meias escorregadias.

## Deveres e Obrigações

- Procure conhecer todas as saídas que existem no seu local de trabalho, inclusive as rotas de fuga;
- Participe ativamente dos treinamentos teóricos, práticos e reciclagens que lhe forem ministrados;
- Conheça e pratique as Normas de Proteção e Combate ao Princípio de Incêndio, quando necessário e possível, adotadas na Empresa;
- Comunique imediatamente aos membros da Equipe de Emergência, qualquer tipo de irregularidade.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho  
Primeiros Socorros

## Introdução

A prestação dos Primeiros Socorros depende de conhecimentos básicos, teóricos e práticos por parte de quem os está aplicando.

O restabelecimento da vítima de um acidente, seja qual for sua natureza, dependerá muito do preparo psicológico e técnico da pessoa que prestar o atendimento.

O socorrista deve agir com bom senso, tolerância, calma e ter grande capacidade de improvisação.

O primeiro atendimento mal sucedido pode levar vítimas de acidentes a seqüelas irreversíveis. Para ser um socorrista é necessário ser um bom samaritano, isto é, aquele que presta socorro voluntariamente, por amor ao seu semelhante. Para tanto é necessário três coisas básicas, mãos para manipular a vítima, boca para acalmá-la, animá-la e solicitar socorro, e finalmente coração para prestar socorro sem querer receber nada em troca.

## Objetivo

Os Primeiros Socorros ou socorro básico de urgência são as medidas iniciais e imediatas dedicadas à vítima, fora do ambiente hospitalar, executadas por qualquer pessoa, treinada, para garantir a vida, proporcionar bem-estar e evitar agravamento das lesões existentes.

## Avaliação Inicial

Antes de qualquer outra atitude no atendimento às vítimas, deve-se obedecer a uma seqüência padronizada de procedimentos que permitirá determinar qual o principal problema associado com a lesão ou doença e quais serão as medidas a serem tomadas para corrigilo.

Essa seqüência padronizada de procedimentos é conhecida como exame do paciente. Durante o exame, a vítima deve ser atendida e sumariamente examinada para que, com base nas lesões sofridas e nos seus sinais vitais, as prioridades do atendimento sejam estabelecidas.

O exame do paciente leva em conta aspectos subjetivos, tais como:

### O Local da Ocorrência

É seguro? Será necessário movimentar a vítima? Há mais de uma vítima? Pode-se dar conta de todas as vítimas?

### A Vítima

Está consciente? Tenta falar alguma coisa ou aponta para qualquer parte do corpo dela.

### As Testemunhas

Elas estão tentando dar alguma informação? O socorrista deve ouvir o que dizem a respeito dos momentos que antecederam o acidente.

### Mecanismos da Lesão

Há algum objeto caído próximo da vítima, como escada, moto, bicicleta, andaime e etc. A vítima pode ter sido ferida pelo volante do veículo?

### Deformidades e Lesões

A vítima está caída em posição estranha? Ela está queimada? Há sinais de esmagamento de algum membro?

### Sinais

Há sangue nas vestes ou ao redor da vítima? Ela vomitou? Ela está tendo convulsões?

Para que não haja contaminação, antes de iniciar a manipulação da vítima o socorrista deverá estar aparamentado com luvas cirúrgicas, avental com mangas longas, óculos panorâmicos e máscara para respiração artificial ou ambú.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

As informações obtidas por esse processo, que não se estende por mais do que alguns segundos, são extremamente valiosas na seqüência do exame, que é subdividido em duas partes: a análise primária e secundária da vítima.

## Análise Primária

A análise primária é uma avaliação realizada sempre que a vítima está inconsciente e é necessária para se detectar as condições que colocam em risco iminente a vida da vítima. Ela se desenvolve obedecendo às seguintes etapas:

- Determinar inconsciência;
- Abrir vias aéreas;
- Checar respiração;
- Checar circulação;
- Checar grandes hemorragias.

## Colar Cervical

### Tipos

O colar cervical é encontrado nos tamanhos pequeno, médio e grande e na forma regulável a qual se ajusta a todo comprimento de pescoço.

### Escolha do Tamanho

Com o pescoço da vítima em posição anatômica, medir com os dedos da mão, a distância entre a base do pescoço (músculo trapézio) até a base da mandíbula. Em seguida comparar a medida obtida com a parte de plástico existente na lateral do colar, escolhendo assim o tamanho que se adapta ao pescoço da vítima.

### Colocação do Colar Cervical (2 Socorristas)

#### Socorrista 1

- Retirar qualquer vestimenta e adorno em torno do pescoço da vítima;
- Examinar o pescoço da vítima antes de colocar o colar;
- Fazer o alinhamento lentamente da cabeça e manter firme com uma leve tração para cima;

#### Socorrista 2

- Escolher o colar cervical apropriado;
- Passar a parte posterior do colar por trás do pescoço da vítima;
- Colocar a parte anterior do colar cervical, encaixando no queixo da vítima de forma que esteja apoiado firmemente;
- Ajustar o colar e prender o velcro, mantendo uma discreta folga (um dedo) entre o colar e o pescoço da vítima;
- Manter a imobilização lateral da cabeça até que a mesma seja imobilizada (apoio lateral, preso pelas correias da maca).
- Remover a vítima para lugar fresco e arejado;

## Análise Secundária

O principal propósito da análise secundária é descobrir lesões ou problemas diversos que possam ameaçar a sobrevivência da vítima, se não forem tratados convenientemente. É um processo sistemático de obter informações e ajudar a tranquilizar a vítima, seus familiares e testemunhas que tenham interesse pelo seu estado, e esclarecer que providências estão sendo tomadas.

Os elementos que constituem a análise secundária são:

**Entrevista Objetiva** - conseguir informações através da observação do local e do mecanismo da lesão, questionando a vítima, seus parentes e as testemunhas.

**Exame da Cabeça aos Pés** - realizar uma avaliação pormenorizada da vítima, utilizando os sentidos do tato, da visão, da audição e do olfato.

**Sintomas** - são as impressões transmitidas pela vítima, tais como: tontura, náusea, dores, etc.

**Sinais vitais** - pulso e respiração.

**Outros sinais** - Cor e temperatura da pele, diâmetro das pupilas, etc.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Noções Sobre Doenças

### Insolação

#### Conceituação

Ocorre devido à ação direta dos raios solares sobre o indivíduo.

#### Sinais e Sintomas

- Temperatura do corpo elevada;
- Pele quente, avermelhada e seca;
- Diferentes níveis de consciência;
- Falta de ar;
- Desidratação;
- Dor de cabeça, náuseas e tontura.

#### Primeiros Socorros

- Baixar a temperatura do corpo de modo progressivo, envolvendo-a com toalhas umedecidas;
- Oferecer líquidos em pequenas quantidades e de forma freqüente;
- Mantê-la deitada;
- Avaliar nível de consciência, pulso e respiração;
- Providenciar transporte adequado;
- Encaminhar para atendimento hospitalar.

### Intermação

#### Conceituação

Ocorre devido à ação do calor em lugares fechados e não arejados (nas fundições, padarias, caldeiras etc.) intenso trabalho muscular.

#### Sinais e Sintomas

- Temperatura do corpo elevada;
- Pele quente, avermelhada e seca;
- Diferentes níveis de consciência;
- Falta de ar;
- Desidratação;
- Dor de cabeça, náuseas e tontura;
- Insuficiência respiratória.

#### Primeiros Socorros

- Remover a vítima para lugar fresco e arejado;
- Baixar a temperatura do corpo de modo progressivo, aplicando compressas de pano umedecido com água;
- Mantê-la deitada com o tronco ligeiramente elevado;
- Avaliar nível de consciência, pulso e respiração;
- Encaminhar para atendimento hospitalar.

### Ferimentos Externos

#### Conceituação

São lesões que acometem as estruturas superficiais ou profundas do organismo com grau de sangramento, laceração e contaminação variável.

#### Sinais e Sintomas

- Dor e edema local;
- Sangramento;
- Laceração em graus variáveis;
- Contaminação se não adequadamente tratado.

#### Primeiros Socorros

- Priorizar o controle do sangramento;
- Lavar o ferimento com água;
- Proteger o ferimento com pano limpo, fixando-o sem apertar



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

- Não remover objetos empalados;
- Não colocar qualquer substância estranha sobre a lesão;
- Encaminhar para atendimento hospitalar.

## Hemorragias

### Conceituação

É a perda de sangue devido ao rompimento de um vaso sanguíneo (artérias, veias e capilares). Toda hemorragia deve ser controlada imediatamente.

A hemorragia abundante e não controlada pode causar a morte em 3 a 5 minutos.

### **A. Hemorragia Externa**

#### Sinais e Sintomas

- Sangramento visível;
- Nível de consciência variável decorrente da perda sangüínea;
- Palidez de pele e mucosa.

#### Primeiros Socorros

- Comprimir o local usando um pano limpo. (quantidade excessiva de pano pode mascarar o sangramento);
- Manter a compressão até os cuidados definitivos;
- Se possível, elevar o membro que está sangrando;
- Não utilizar qualquer substância estranha para coibir o sangramento;
- Encaminhar para atendimento hospitalar.

### **B. Hemorragia Interna**

#### Sinais e Sintomas

- Sangramento geralmente não visível;
- Nível de consciência variável dependente da intensidade e local do sangramento.

#### Casos em que devemos suspeitar de hemorragia interna importante:

- Sangramento pela urina;
- Sangramento pelo ouvido;
- Fratura de fêmur;
- Dor com rigidez abdominal;
- Vômitos ou tosse com sangue;
- Traumatismos ou ferimentos penetrantes no crânio, tórax ou abdome.

#### Primeiros Socorros

- Manter a vítima aquecida e deitada, acompanhando os sinais vitais e atuando adequadamente nas intercorrências;
- Agilizar o encaminhamento para o atendimento hospitalar.

#### **Obs:**

#### Amputação Parcial:

*Controlar o sangramento sem completar a amputação.*

#### Amputação Total:

*Controlar o sangramento e envolver a parte amputada em pano limpo a ser transportada junto com a vítima.*

### **C. Hemorragia Nasal**

#### Sinais e Sintomas

- Sangramento nasal visível

#### Primeiros Socorros

- Colocar a vítima sentada, com a cabeça ligeiramente voltada para trás, e apertar-lhe a(s) narina (s) durante cinco minutos;
- Caso a hemorragia não ceda, comprimir externamente o lado da narina que está sangrando e colocar um pano ou toalha fria sobre o nariz. Se possível, usar um saco com gelo;
- Encaminhar para atendimento hospitalar.



## Queimaduras

### Conceituação

É uma lesão produzida no tecido de revestimento do organismo, por agentes térmicos, elétricos, produtos químicos, irradiação ionizantes e animais peçonhentos.

### Sinais e Sintomas

#### 1º Grau

- Atinge somente a epiderme;
- Dor local e vermelhidão da área atingida.

#### 2º Grau

- Atinge a epiderme e a derme;
- Apresenta dor local, vermelhidão e bolhas d'água.

#### 3º Grau

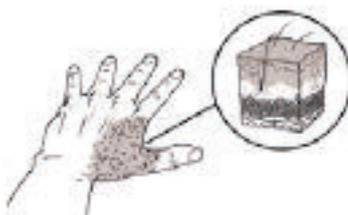
- Atinge a epiderme, derme e alcança os tecidos mais profundos, podendo chegar até o osso.

#### PRIMEIRO GRAU



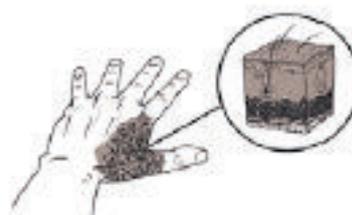
#### VERMELHIDÃO

#### SEGUNDO GRAU

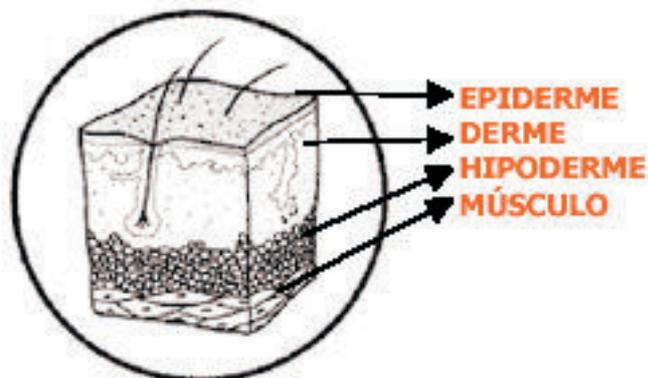


#### BOLHAS

#### TERCEIRO GRAU



#### NECROSE



### Primeiros Socorros

- Isolar a vítima do agente agressor;
- Diminuir a temperatura local, banhando com água fria (1ºGrau);
- Proteger a área afetada com plástico;
- Não perfurar bolhas, colocar gelo, aplicar medicamentos, nem produtos caseiros;
- Retirar parte da roupa que esteja em volta da área queimada;
- Retirar anéis e pulseiras, para não provocar estrangulamento ao inchar.
- Encaminhar para atendimento hospitalar;

### **A. Queimaduras Elétricas**

#### Primeiros Socorros

- Desligar a fonte de energia elétrica, ou retirar a vítima do contato elétrico com luvas de borracha e luvas de cobertura ou com um bastão isolante, antes de tocar na vítima;
- Adotar os cuidados específicos para queimaduras apresentados anteriormente, se necessário aplicar técnica de Reanimação Cardiopulmonar (RCP).



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## **B. Queimaduras nos Olhos**

### Primeiros Socorros

- Lavar os olhos com água em abundância durante vários minutos;
- Vedar o(os) olho(s) atingido(s) com pano limpo;
- Encaminhar para atendimento hospitalar.

## **Desmaio**

### Conceituação

É a perda súbita e temporária da consciência e da força muscular, geralmente devido à diminuição de oxigênio no cérebro, tendo como causas: hipoglicemia, fator emocional, dor extrema, ambiente confinado etc.

### Sinais e Sintomas

- Tontura;
- Sensação de mal estar;
- Pulso rápido e fraco;
- Respiração presente de ritmos variados;
- Tremor nas sobrancelhas;
- Pele fria, pálida e úmida;
- Inconsciência superficial;

### Primeiros Socorros

- Colocar a vítima em local arejado e afastar curiosos;
- Deitar a vítima se possível com a cabeça mais baixa que o corpo;
- Afrouxar as roupas;
- Encaminhar para atendimento médico.

## **Convulsão**

### Conceituação

Perda súbita da consciência acompanhada de contrações musculares bruscas e involuntárias, conhecida popularmente como “ataque”. Causas variadas: epilepsia, febre alta, traumatismo craniano, etc.

### Sinais e Sintomas

- Inconsciência;
- Queda abrupta da vítima;
- Salivação abundante e vômito;
- Contração brusca e involuntária dos músculos;
- Enrijecimento da mandíbula, travando os dentes;
- Relaxamento dos esfíncteres (urina e/ou fezes soltas);
- Esquecimento.

### Primeiros Socorros

- Colocar a vítima em local arejado, calmo e seguro;
- Proteger a cabeça e o corpo de modo que os movimentos involuntários não causem lesões;
- Afastar objetos existentes ao redor da vítima;
- Lateralizar a cabeça em caso de vômitos;
- Afrouxar as roupas e deixar a vítima debater-se livremente;
- Nas convulsões por febre alta diminuir a temperatura do corpo, envolvendo-o com pano embebido por água;
- Encaminhar para atendimento hospitalar.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

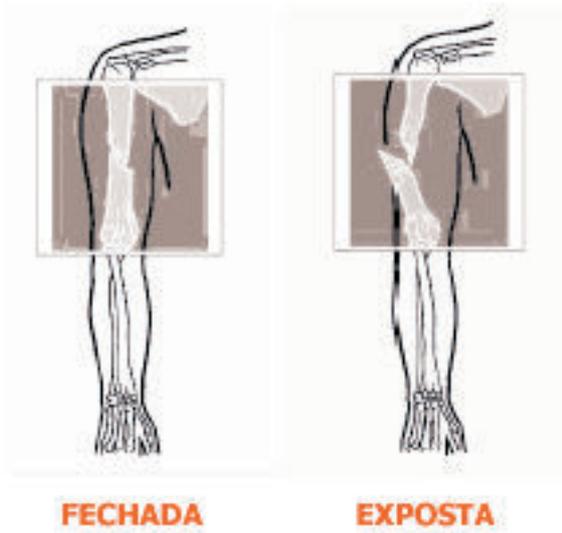
## Lesões Traumáticas de Ossos, Articulações e Músculos

### A. Fratura

#### Conceituação

Fratura é o rompimento total ou parcial de qualquer osso. Existem dois tipos de fratura:

- **Fechadas:** sem exposição óssea.
- **Expostas:** o osso está ou esteve exposto.



### B. Entorse

#### Conceituação

É a separação momentânea das superfícies ósseas articulares, provocando o estiramento ou rompimento dos ligamentos;

### C. Distensão

#### Conceituação

É o rompimento ou estiramento anormal de um músculo ou tendão.

### D. Luxação

#### Conceituação

É a perda de contato permanente entre duas extremidades ósseas numa articulação.

#### Sinais e Sintomas

- Dor local intensa;
- Dificuldade em movimentar a região afetada;
- Hematoma;
- Deformidade da articulação;
- Inchaço;

### Primeiros Socorros

- Manipular o mínimo possível o local afetado;
- Não colocar o osso no lugar;
- Proteger ferimentos com panos limpos e controlar sangramentos nas lesões expostas;
- Imobilizar a área afetada antes de remover a vítima;
- Se possível, aplicar bolsa de gelo no local afetado;
- Encaminhar para atendimento hospitalar.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Principais Imobilizações Provisórias



**COLAR CERVICAL**



**TIPÓIA**



**TALAS**

## Lesões da Coluna Vertebral

### Conceituação

A coluna vertebral é composta de 33 vértebras sobrepostas, localizada do crânio ao cóccix, e no seu interior há a medula espinhal, que realiza a condução dos impulsos nervosos.

As lesões da coluna vertebral mal conduzidas podem produzir lesões graves e irreversíveis de medula, com comprometimento neurológico definitivo (tetraplégica ou paraplégica). Todo o cuidado deverá ser tomado com estas vítimas para não surgirem lesões adicionais.

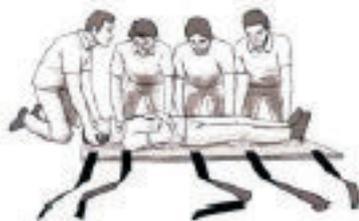
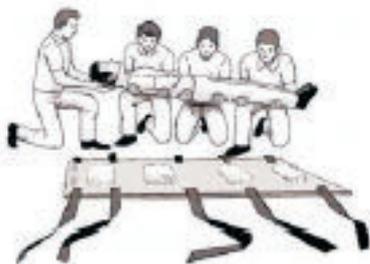
### Sinais e Sintomas

- Dor local intensa;
- Diminuição da sensibilidade, formigamento ou dormência em membros inferiores e/ou superiores;
- Paralisia dos segmentos do corpo, que ocorrem abaixo da lesão;
- Perda do controle esfinteriano (urina e/ou fezes soltas).

**Nota:** Todas as vítimas inconscientes deverão ser consideradas e tratadas como portadoras de lesões na coluna.

### Primeiros Socorros

- Cuidado especial com a vítima inconsciente;
- Imobilizar o pescoço antes do transporte, utilizando o colar cervical;
- Movimentar a vítima em bloco, impedindo particularmente movimentos bruscos do pescoço e do tronco;
- Colocar em prancha de madeira;
- Encaminhar para atendimento hospitalar.



## Corpo Estranho nos Olhos

### Conceituação

É a introdução acidental de poeiras, grãos diversos etc. na cavidade dos glóbulos oculares.

### Sinais e Sintomas

- Dor;
- Ardência;
- Vermelhidão;
- Lacrimejamento.

### Primeiros Socorros

- Não esfregar os olhos;
- Lavar o olho com água limpa;
- Não remover o corpo estranho manualmente;
- Se o corpo estranho não sair com a lavagem, cobrir os dois olhos com pano limpo;



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

- Encaminhar para atendimento hospitalar.

## **Intoxicações e Envenenamentos**

### Conceituação

O envenenamento ou intoxicação resulta da penetração de substância tóxica/nociva no organismo através da pele, aspiração e ingestão.

### Sinais e Sintomas

- Dor e sensação de queimação nas vias de penetração e sistemas correspondentes;
- Hálito com odor estranho;
- Sonolência, confusão mental, alucinações e delírios, estado de coma;
- Lesões cutâneas;
- Náuseas e vômitos;
- Alterações da respiração e do pulso.

### Primeiros Socorros

#### **A. Pele**

- Retirar a roupa impregnada;
- Lavar a região atingida com água em abundância;
- Substâncias sólidas devem ser retiradas antes de lavar com água;
- Agasalhar a vítima;
- Encaminhar para atendimento hospitalar.

#### **B. Aspiração**

- Proporcionar a ventilação;
- Abrir as vias áreas respiratórias;
- Encaminhar para atendimento hospitalar.

#### **C. Ingestão**

- Identificar o tipo de veneno ingerido;
- Provocar vômito somente quando a vítima apresentar-se consciente, oferecendo água;
- Não provocar vômitos nos casos de inconsciência, ingestão de soda cáustica, ácidos ou produtos derivados de petróleo;
- Encaminhar para atendimento hospitalar.

## **Estado Choque**

### Conceituação

É a falência do sistema cardiocirculatório devido a causas variadas, proporcionando uma inadequada perfusão e oxigenação dos tecidos.

### Sinais e Sintomas

- Inconsciência profunda;
- Pulso fraco e rápido;
- Aumento da frequência respiratória;
- Perfusão capilar lenta ou nula;
- Tremores de frio.

### Primeiros Socorros

- Colocar a vítima em local arejado, afastar curiosos e afrouxar as roupas;
- Manter a vítima deitada com as pernas mais elevadas;
- Manter a vítima aquecida;
- Lateralizar a cabeça em casos de vômitos;
- Encaminhar para atendimento hospitalar.

## **Choque Elétrico**

### Conceituação

É o fenômeno da passagem da corrente elétrica pelo corpo quando em contato com partes energizadas.



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Sinais e Sintomas

- Parada cardiorrespiratória;
- Queimaduras;
- Lesões traumáticas.

## Primeiros Socorros

- Interromper imediatamente o contato da vítima com a corrente elétrica, utilizando luvas isolantes de borracha, com luvas de cobertura ou bastão isolante;
- Certificar-se de estar pisando em chão seco, se não estiver usando botas com isolado isolante;
- Realizar avaliação primária (grau de consciência, respiração e pulsação);
- Aplicar as condutas preconizadas para parada cardiorrespiratória, queimaduras e lesões traumáticas;
- Encaminhar para atendimento hospitalar.

## Parada Cardiorrespiratória

### Conceituação

É a ausência das funções vitais, movimentos respiratórios e batimentos cardíacos. A ocorrência isolada de uma delas só existe em curto espaço de tempo; a parada de uma acarreta a parada da outra. A parada cardiorrespiratória leva à morte no período de 3 a 5 minutos.

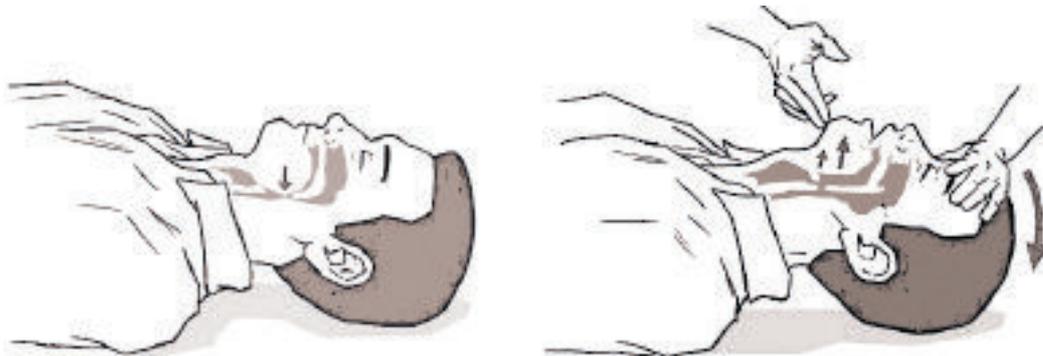
### Sinais e Sintomas

- Inconsciência;
- Ausência de movimentos respiratórios e batimentos cardíacos.

### Primeiros Socorros

#### **A. Desobstrução das Vias Aéreas**

- Remover dentadura, pontes dentárias, excesso de secreção, dentes soltos etc.;
- Colocar uma das mãos sobre a testa da vítima e com a outra fazer uma pequena força para elevar o queixo;
- Estender a cabeça da vítima para trás até que a boca abra.



#### **B. Respiração Artificial (Boca a Boca)**

- Verificação da Respiração
- Encostar o ouvido sobre a boca e nariz da vítima, mantendo as vias aéreas abertas;
- Observar se o peito da vítima sobe e desce, ouvir e sentir se há sinal de respiração.

#### Procedimento

- Manter a cabeça estendida para trás, sustentando o queixo e mantendo as vias aéreas abertas;
- Pinçar o nariz da vítima;
- Inspirar, enchendo bem o peito, e colocar sua boca de forma a vedar completamente, com seus lábios, a boca da vítima;
- Aplicar 1 sopro moderado com duração de 1 a 2 segundos respirar e aplicar mais 1 sopro;
- Observar se quando você sopra o peito da vítima sobe;
- Aplicar uma respiração boca a boca a cada 5 ou 6 segundos;
- Continuar até que a vítima volte a respirar ou o atendimento médico chegue ao local.



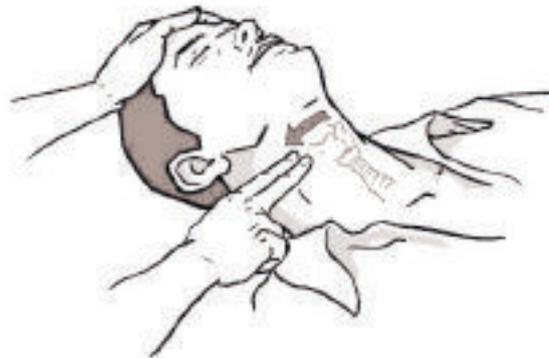
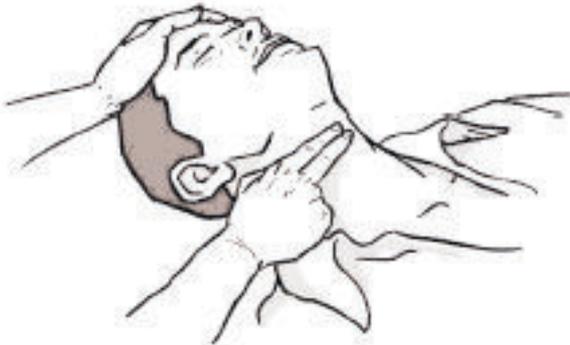
# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho



## C. Massagem Cardíaca

- Verificação do Pulso
- Manter a cabeça da vítima estendida para trás, sustentando-a pela testa;
- Localizar o Pomo de Adão com a ponta dos dedos indicador e médio;
- Deslizar os dedos em direção à lateral do pescoço para o lado no qual você estiver posicionado (não utilize o polegar, pois este tem pulso próprio);
  - Sentir o pulso da carótida (espere 5 – 10 segundos). A carótida é a artéria mais recomendada por ficar próxima ao coração e ser acessível.



### Procedimento

- Realizar somente quando tiver certeza de que o coração da vítima parou;
- Colocar a vítima sobre uma superfície rígida;
- Ajoelhar-se ao lado da vítima;
- Usando a mão próxima da cintura da vítima, deslizar os dedos pela lateral das costelas próximas a você, em direção ao centro do peito, até localizar a ponta do osso esterno;
- Colocar a ponta do dedo médio sobre a ponta do osso esterno, alinhando o dedo indicador ao médio;
- Colocar a base da sua outra mão (que está mais próxima da cabeça da vítima) ao lado do dedo indicador;
- Remover a mão que localizou o osso esterno, colocando-a sobre a que está no peito;
- Entrelaçar os seus dedos, estendendo-os de forma que não toquem no peito da vítima.





# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

- Posicionar seus ombros diretamente acima de suas mãos sobre o peito da vítima;
- Manter os braços retos e os cotovelos estendidos;
- Pressionar o osso esterno para baixo, cerca de aproximadamente 5 centímetros;
- Executar 15 compressões. Contar as compressões à medida que você as executa;
- Fazer as compressões uniformemente e com ritmo;
- Durante as compressões, flexionar o tronco ao invés dos joelhos;
- Evitar que os seus dedos apertem o peito da vítima durante as compressões.



## D. Reanimação Cardiopulmonar (RCP)

- Aplicar 2 sopros moderados após as 30 compressões;
- Completar 4 ciclos de 15 compressões e 2 sopros e verificar o pulso. Se não houver pulso, manter o ciclo iniciando sempre pelas compressões no peito. Continuar verificando o pulso a cada 4 – 5 minutos. Se o pulso voltar, faça apenas a respiração boca a boca;
- Continuar com a RCP, inclusive durante o transporte, até que a vítima volte a respirar, a ter pulso ou até que o atendimento médico chegue ao local.

## Picadas e Ferroadas de Animais Peçonhentos

### Conceituação

Animais peçonhentos são aqueles que introduzem no organismo humano substâncias tóxicas. Por exemplo, cobras venenosas, aranhas e escorpiões.

Se possível deve-se capturar ou identificar o animal que picou a vítima, mas sem perda de tempo com esse procedimento. Na dúvida, tratar como se o animal fosse peçonhento.

### Sinais e Sintomas

- Marcas da picada;
- Dor, inchaço;
- Manchas roxas, hemorragia;
- Febre, náuseas;
- Sudorese, urina escura;
- Calafrios, perturbações visuais;
- Eritema, dor de cabeça;
- Distúrbios visuais;
- Queda das pálpebras;
- Convulsões;
- Dificuldade respiratória.

## A. Cobras

### Primeiros Socorros

- Manter a vítima deitada. Evite que ela se movimente para não favorecer a absorção de veneno;
- Se a picada for na perna ou braço, mantenha-os em posição mais baixa que o coração;
- Lavar a picada com água e sabão;
- Colocar gelo ou água fria sobre o local;



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

tempo;

- Remover anéis, relógios, prevenindo assim complicações decorrentes do inchaço;
- Encaminhar a vítima imediatamente ao serviço de saúde mais próximo, para que possa receber o soro em

- Não fazer garroteamento ou torniquete;
- Não cortar ou perfurar o local da picada.

### Medidas Preventivas

- Usar botas de cano longo e perneiras;
- Proteger as mãos com luvas de raspa ou vaqueta;
- Combater os ratos;
- Preservar os predadores;
- Conservar o meio ambiente.

## **B. Escorpiões/Aranhas**

### Sinais e Sintomas

- Dor;
- Eritema;
- Inchaço;
- Febre;
- Dor de cabeça.

### Primeiros Socorros

- Os mesmos utilizados nas picadas de cobras;
- Encaminhar a vítima imediatamente ao serviço de saúde mais próximo, para avaliar a necessidade de soro específico.

## **Picadas e Ferroadas de Insetos**

### Conceituação

Há pessoas alérgicas que sofrem reações graves ou generalizadas, devido a picadas de insetos (abelhas e formigas).

*OBS: Especial cuidado deve ser dado a picadas múltiplas ou simultâneas. Têm sido descritos casos fatais por ataque de enxames de abelhas africanas por choque e hemólise maciça.*

### Sinais e Sintomas

- Eritema local que pode se estender pelo corpo todo;
- Prurido;
- Dificuldade respiratória (edema de glote).

### Primeiros Socorros

- Retirar os ferrões introduzidos pelos insetos sem espremer;
- Aplicar gelo ou lavar o local da picada com água;
- Encaminhar para atendimento hospitalar.

## **Técnicas Para Remoção e Transporte de Acidentados**

### Conceituação

O transporte de acidentados deve ser feito por equipe especializada em resgate (Corpo de Bombeiros, Anjos do Asfalto, outros).

O transporte realizado de forma imprópria poderá agravar as lesões, provocando seqüelas irreversíveis ao acidentado.

A vítima somente deverá ser transportada com técnica e meios próprios, nos casos, onde não é possível contar com equipes especializadas em resgate.

*OBS: É imprescindível a avaliação das condições da vítima para fazer o transporte seguro (número de pessoas para realizar o transporte). A remoção ou transporte como indicado abaixo só é possível quando não há suspeita de lesões na coluna vertebral.*



# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Uma Pessoa

a. Nos Braços: Passe um dos braços da vítima ao redor do seu pescoço.



b. De Apoio: Passe o seu braço em torno da cintura da vítima e o braço da vítima ao redor de seu pescoço.



c. Nas Costas: Dê as costas para a vítima, passe os braços dela ao redor de seu pescoço, incline-a para a frente e levante-a.





# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## Duas Pessoas

a. Cadeirinha: Faça a cadeirinha conforme abaixo. Passe os braços da vítima ao redor do seu pescoço e levante a vítima.



b. Segurando Pelas Extremidades: uma segura a vítima pelas axilas, enquanto a outra, segura pelas pernas abertas. Ambas devem erguer a vítima simultaneamente.



## Três Pessoas

Uma segura a cabeça e costas, a outra, a cintura e a parte superior das coxas. A terceira segura a parte inferior das coxas e pernas. Os movimentos das três pessoas devem ser simultâneos, para impedir deslocamentos da cabeça, coluna, coxas e pernas.





# NEWSEG

Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

## **Quatro Pessoas**

Semelhante ao de três pessoas. A quarta pessoa imobiliza a cabeça da vítima impedindo qualquer tipo de deslocamento

