Prefácio

O Curso de NR 10 Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade tem por objetivo estabelecer padrões e condições mínimas com o objetivo à implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, estejam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

SUMÁRIO

MÓDULO 01- INTRODUTÓRIO 5
INTRODUÇÃO À SEGURANÇA COM ELETRICIDADE 5
REGULAMENTAÇÕES DO MTE: 5
NRs; 5
Normas relacionadas a NR 10 6
NR-10 (Segurança em Instalações e Serviços com Eletricidade) 6
Qualificação; habilitação; capacitação e autorização 12
NBR 5410 Instalações Elétricas de Baixa Tensão (50 V_{AC} - 1000 V_{AC}) 13
NBR 14039 – Instalações Elétricas de Média Tensão (1,0kV a 36,2kV) 14

MÓDULO 02 – PROTEÇÕES 15
EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO COLETIVA (EPC) 15
EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI 17
Obrigações do empregador 17
Obrigações do empregado 17
ROTINAS DE TRABALHO 20
Instalações Desenergizadas 20
Liberação para Serviços 21
Sinalização 21
Situações de Sinalização de Segurança 25
Inspeções de áreas, serviços, ferramental e equipamentos 25

MÓDULO 03 – INSTRUÇÕES DE TRABALHO 28
RISCOS EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS COM ELETRICIDADE 28
Choque elétrico 28
Mecanismos e Efeitos 31
Arcos Elétricos 33
Campos Eletromagnéticos 35
ANÁLISE DE RISCO E CONDIÇÕES IMPEDITIVAS 36
Análise de Riscos 36
Áreas Classificadas 38

DOCUMENTAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS 42
ROTINAS DE TRABALHO – PROCEDIMENTOS 44
Instalações Desenergizadas 44
Liberação para Serviços 45
Inspeções de áreas, serviços, ferramental e equipamentos 45

MÓDULO 04 - RESPONSABILIDADES 46
MEDIDAS DE CONTROLE DO RISCO ELÉTRICO 46
Desenergização 46
Seccionamento 46
Impedimento de Reenergização 46
Aterramento 47
Equipotencialização 50
Dispositivos a Corrente de Fuga 51
Extra baixa tensão 52
Barreiras e Invólucros 52
Bloqueios e Impedimentos 53
Obstáculos e Anteparos 53
Isolamento das Partes Vivas 53
Isolamento Duplo ou Reforçado 54
Colocação Fora de Alcance 54
Separação elétrica 55
ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA 56
Causas Diretas e Indiretas 57
GLOSSÁRIO 58

MÓDULO 01- INTRODUTÓRIO
INTRODUÇÃO À SEGURANÇA COM ELETRICIDADE

Treinar os profissionais que realizam algum tipo de trabalho em instalações ou serviços em eletricidade para terem conhecimento dos requisitos e as medidas de proteção necessárias para este tipo de atividade de forma planejada, organizada e com execução adequada, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com esta atividade.

Embora todos nós estejamos sujeitos aos riscos da eletricidade, os trabalhadores que trabalham diretamente com equipamentos e instalações elétricas ou próximo delas, precisam estar aptos para avaliar os perigos apresentados por essas instalações e quais as medidas a serem adotadas para minimizar os riscos existentes. As consequências 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.

Este curso vai abranger vários tópicos relacionados à segurança com eletricidade. 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. Além disso, você vai estudar técnicas de primeiros socorros e saberá agir caso ocorra a necessidade de socorrer um colega que sofra um acidente com eletricidade e combater um princípio de incêndio originado em equipamentos ou instalações elétricas.

REGULAMENTAÇÕES DO MTE:

NRs;

As **Normas Regulamentadoras (NR)** são disposições complementares ao Capítulo V (Da Segurança e da Medicina do Trabalho) do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), com redação dada pela Lei n° 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Consistem em obrigações, direitos e deveres a serem cumpridos por empregadores e trabalhadores com o objetivo de garantir trabalho seguro e sadio, prevenindo a ocorrência de doenças e acidentes de trabalho.

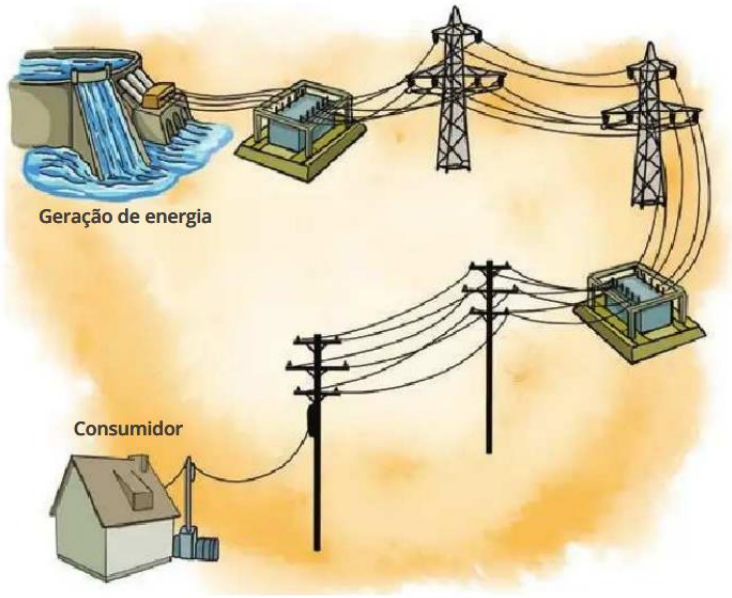
As primeiras normas regulamentadoras foram publicadas pela Portaria MTb nº 3.214, de 8 de junho de 1978. As demais normas foram criadas ao longo do tempo, visando assegurar a prevenção da segurança e saúde de trabalhadores em serviços laborais e segmentos econômicos específicos.
A elaboração e a revisão das normas regulamentadoras são realizadas adotando o sistema tripartite paritário, preconizado pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), por meio de grupos e comissões compostas por representantes do governo, de empregadores e de trabalhadores.

Nesse contexto, a Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP) é a instância de discussão para construção e atualização das normas regulamentadoras, com vistas a melhorar as condições e o meio ambiente do trabalho.

Normas relacionadas a NR 10

- NR-01 Disposições Gerais;
- NR-03 Embargo e Interdição;
- NR-05 Comissão Interna de Prevenção de Acidentes;
- NR-06 Equipamentos de Proteção Individual – EPI;
- NR-07 Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional;
- NR-09 Avaliação e Controle das Exposições Ocupacionais a Agentes Físicos, Químicos e Biológicos;
- NR-10 Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- NR 12 Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos;
- NR-15 Atividades e Operações Insalubres;
- NR-16 Atividades e Operações Perigosas;
- NR-17 Ergonomia;
- NR-18 Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção;
- NR-23 Proteção Contra Incêndios;
- NR-26 Sinalização de Segurança;
- NR-28 Fiscalização e Penalidades;
- NR-33 Segurança e Saúde no Trabalho em Espaço Confinados;
- NR-35 Trabalho em altura.

NR-10 (Segurança em Instalações e Serviços com Eletricidade)
10.1 - Objetivo e Campo de Aplicação
10.1.1 Esta Norma Regulamentadora - NR estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.
10.1.2 Esta NR se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis.



10.2 - Medidas de Controle

10.2.1 Em todas as intervenções em instalações elétricas devem ser adotadas medidas preventivas de controle do risco elétrico e de outros riscos adicionais, mediante técnicas de análise de risco, de forma a garantir a segurança e a saúde no trabalho.

10.2.2 As medidas de controle adotadas devem integrar-se às demais iniciativas da empresa, no âmbito da preservação da segurança, da saúde e do meio ambiente do trabalho.

10.2.3 As empresas estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção.

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

a) conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas a esta NR e descrição das medidas de controle existentes;

b) documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos;

c) especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental, aplicáveis conforme determina esta NR;

d) documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados;

e) resultados dos testes de isolação elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva;

f) certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas;

g) relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações, contemplando as alíneas de “a” a “f”.

10.2.5 As empresas que operam em instalações ou equipamentos integrantes do sistema elétrico de potência devem constituir prontuário com o conteúdo do item 10.2.4 e acrescentar ao prontuário os documentos a seguir listados:
a) descrição dos procedimentos para emergências;
b) certificações dos equipamentos de proteção coletiva e individual;
10.2.5.1 As empresas que realizam trabalhos em proximidade do Sistema Elétrico de Potência devem constituir prontuário contemplando as alíneas “a”, “c”, “d” e “e”, do item 10.2.4 e alíneas “a” e “b” do item 10.2.5.
10.2.6 O Prontuário de Instalações Elétricas deve ser organizado e mantido atualizado pelo empregador ou pessoa formalmente designada pela empresa, devendo permanecer à disposição dos trabalhadores envolvidos nas instalações e serviços em eletricidade.
10.2.7 Os documentos técnicos previstos no Prontuário de Instalações Elétricas devem ser elaborados por profissional legalmente habilitado.

10.3 - Segurança em Projetos
10.3.1 É obrigatório que os projetos de instalações elétricas especifiquem dispositivos de desligamento de circuitos que possuam recursos para impedimento de reenergização, para sinalização de advertência com indicação da condição operativa.
10.3.2 O projeto elétrico, na medida do possível, deve prever a instalação de dispositivo de seccionamento de ação simultânea, que permita a aplicação de impedimento de reenergização do circuito.
10.3.3 O projeto de instalações elétricas deve considerar o espaço seguro, quanto ao dimensionamento e a localização de seus componentes e as influências externas, quando da operação e da realização de serviços de construção e manutenção.
10.3.3.1 Os circuitos elétricos com finalidades diferentes, tais como: comunicação, sinalização, controle e tração elétrica devem ser identificados e instalados separadamente, salvo quando o desenvolvimento tecnológico permitir compartilhamento, respeitadas as definições de projetos.
10.3.4 O projeto deve definir a configuração do esquema de aterramento, a obrigatoriedade ou não da interligação entre o condutor neutro e o de proteção e a conexão à terra das partes condutoras não destinadas à condução da eletricidade.
10.3.5 Sempre que for tecnicamente viável e necessário, devem ser projetados dispositivos de seccionamento que incorporem recursos fixos de equipotencialização e aterramento do circuito seccionado.
10.3.6 Todo projeto deve prever condições para a adoção de aterramento temporário.
10.3.7 O projeto das instalações elétricas deve ficar à disposição dos trabalhadores autorizados, das autoridades competentes e de outras pessoas autorizadas pela empresa e deve ser mantido atualizado.
10.3.8 O projeto elétrico deve atender ao que dispõem as Normas Regulamentadoras de Saúde e Segurança no Trabalho, as regulamentações técnicas oficiais estabelecidas, e ser assinado por profissional legalmente habilitado.
10.3.9 O memorial descritivo do projeto deve conter, no mínimo, os seguintes itens de segurança:
a) especificação das características relativas à proteção contra choques elétricos, queimaduras e outros riscos adicionais;
b) indicação de posição dos dispositivos de manobra dos circuitos elétricos: (Verde - “D”, desligado e Vermelho - “L”, ligado);

c) descrição do sistema de identificação de circuitos elétricos e equipamentos, incluindo dispositivos de manobra, de controle, de proteção, de intertravamento, dos condutores e os próprios equipamentos e estruturas, definindo como tais indicações devem ser aplicadas fisicamente nos componentes das instalações;
d) recomendações de restrições e advertências quanto ao acesso de pessoas aos componentes das instalações;
e) precauções aplicáveis em face das influências externas;
f) o princípio funcional dos dispositivos de proteção, constantes do projeto, destinados à segurança das pessoas;
g) descrição da compatibilidade dos dispositivos de proteção com a instalação elétrica.

10.3.10 Os projetos devem assegurar que as instalações proporcionem aos trabalhadores iluminação adequada e uma posição de trabalho segura, de acordo com a NR 17 - Ergonomia.

10.4 - Segurança na Construção, Montagem, Operação e Manutenção
10.4.1 As instalações elétricas devem ser construídas, montadas, operadas, reformadas, ampliadas, reparadas e inspecionadas de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores e dos usuários, e serem supervisionadas por profissional autorizado, conforme dispõe esta NR.
10.4.2 Nos trabalhos e nas atividades referidas devem ser adotadas medidas preventivas destinadas ao controle dos riscos adicionais, especialmente quanto a altura, confinamento, campos elétricos e magnéticos, explosividade, umidade, poeira, fauna e flora e outros agravantes, adotando-se a sinalização de segurança.
10.4.3 Nos locais de trabalho só podem ser utilizados equipamentos, dispositivos e ferramentas elétricas compatíveis com a instalação elétrica existente, preservando-se as características de proteção, respeitadas as recomendações do fabricante e as influências externas.
10.4.3.1 Os equipamentos, dispositivos e ferramentas que possuam isolamento elétrico devem estar adequados às tensões envolvidas, e serem inspecionados e testados de acordo com as regulamentações existentes ou recomendações dos fabricantes.
10.4.4 As instalações elétricas devem ser mantidas em condições seguras de funcionamento e seus sistemas de proteção devem ser inspecionados e controlados periodicamente, de acordo com as regulamentações existentes e definições de projetos.
10.4.4.1 Os locais de serviços elétricos, compartimentos e invólucros de equipamentos e instalações elétricas são exclusivos para essa finalidade, sendo expressamente proibido utilizá-los para armazenamento ou guarda de quaisquer objetos.
10.4.5 Para atividades em instalações elétricas deve ser garantida ao trabalhador iluminação adequada e uma posição de trabalho segura, de acordo com a NR 17 - Ergonomia, de forma a permitir que ele disponha dos membros superiores livres para a realização das tarefas.
10.4.6 Os ensaios e testes elétricos laboratoriais e de campo ou comissionamento de instalações elétricas devem atender à regulamentação estabelecida nos itens 10.6 e 10.7, e somente podem ser realizados por trabalhadores que atendam às condições de qualificação, habilitação, capacitação e autorização estabelecidas nesta NR.

10.5 - Segurança em Instalações Elétricas Desenergizadas

10.5.1 Somente serão consideradas desenergizadas as instalações elétricas liberadas para trabalho, mediante os procedimentos apropriados, obedecida a sequência abaixo:
a) seccionamento;
b) impedimento de reenergização;
c) constatação da ausência de tensão;
d) instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos;
e) proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada (Anexo II); (Alterada pela Portaria MTPS n.º 508, de 29 de abril de 2016)
f) instalação da sinalização de impedimento de reenergização.

10.5.2 O estado de instalação desenergizada deve ser mantido até a autorização para reenergização, devendo ser reenergizada respeitando a sequência de procedimentos abaixo:
a) retirada das ferramentas, utensílios e equipamentos;
b) retirada da zona controlada de todos os trabalhadores não envolvidos no processo de reenergização; c) remoção do aterramento temporário, da equipotencialização e das proteções adicionais; d) remoção da sinalização de impedimento de reenergização;
e) destravamento, se houver, e religação dos dispositivos de seccionamento.

10.5.3 As medidas constantes das alíneas apresentadas nos itens 10.5.1 e 10.5.2 podem ser alteradas, substituídas, ampliadas ou eliminadas, em função das peculiaridades de cada situação, por profissional legalmente habilitado, autorizado e mediante justificativa técnica previamente formalizada, desde que seja mantido o mesmo nível de segurança originalmente preconizado.
10.5.4 Os serviços a serem executados em instalações elétricas desligadas, mas com possibilidade de energização, por qualquer meio ou razão, devem atender ao que estabelece o disposto no item 10.6.

10.6 - Segurança em Instalações Elétricas Energizadas

10.6.1 As intervenções em instalações elétricas com tensão igual ou superior a 50 Volts em corrente alternada ou superior a 120 Volts em corrente contínua somente podem ser realizadas por trabalhadores que atendam ao que estabelece o item 10.8 desta Norma.
10.6.1.1 Os trabalhadores de que trata o item anterior devem receber treinamento de segurança para trabalhos com instalações elétricas energizadas, com currículo mínimo, carga horária e demais determinações estabelecidas no Anexo III desta NR. (Alterado pela Portaria MTPS n.º 508, de 29 de abril de 2016)
10.6.1.2 As operações elementares como ligar e desligar circuitos elétricos, realizadas em baixa tensão, com materiais e equipamentos elétricos em perfeito estado de conservação, adequados para operação, podem ser realizadas por qualquer pessoa não advertida.
10.6.2 Os trabalhos que exigem o ingresso na zona controlada devem ser realizados mediante procedimentos específicos respeitando as distâncias previstas no Anexo II. (Alterado pela Portaria MTPS n.º 508, de 29 de abril de 2016)
10.6.3 Os serviços em instalações energizadas, ou em suas proximidades devem ser suspensos de imediato na iminência de ocorrência que possa colocar os trabalhadores em perigo.

10.6.4 Sempre que inovações tecnológicas forem implementadas ou para a entrada em operações de novas instalações ou equipamentos elétricos devem ser previamente elaboradas análises de risco, desenvolvidas com circuitos desenergizados, e respectivos procedimentos de trabalho.
10.6.5 O responsável pela execução do serviço deve suspender as atividades quando verificar situação ou condição de risco não prevista, cuja eliminação ou neutralização imediata não seja possível.

10.7 - Trabalhos Envolvendo Alta Tensão (AT)
10.7.1 Os trabalhadores que intervenham em instalações elétricas energizadas com alta tensão, que exerçam suas atividades dentro dos limites estabelecidos como zonas controladas e de risco, conforme Anexo II, devem atender ao disposto no item 10.8 desta NR. (Alterado pela Portaria MTPS n.º 508, de 29 de abril de 2016)
10.7.2 Os trabalhadores de que trata o item 10.7.1 devem receber treinamento de segurança, específico em segurança no Sistema Elétrico de Potência (SEP) e em suas proximidades, com currículo mínimo, carga horária e demais determinações estabelecidas no Anexo III desta NR. (Alterado pela Portaria MTPS n.º 508, de 29 de abril de 2016)
10.7.3 Os serviços em instalações elétricas energizadas em AT, bem como aqueles executados no Sistema Elétrico de Potência - SEP, não podem ser realizados individualmente.
10.7.4 Todo trabalho em instalações elétricas energizadas em AT, bem como aquelas que interajam com o SEP, somente pode ser realizado mediante ordem de serviço específica para data e local, assinada por superior responsável pela área.
10.7.5 Antes de iniciar trabalhos em circuitos energizados em AT, o superior imediato e a equipe, responsáveis pela execução do serviço, devem realizar uma avaliação prévia, estudar e planejar as atividades e ações a serem desenvolvidas de forma a atender os princípios técnicos básicos e as melhores técnicas de segurança em eletricidade aplicáveis ao serviço.
10.7.6 Os serviços em instalações elétricas energizadas em AT somente podem ser realizados quando houver procedimentos específicos, detalhados e assinados por profissional autorizado.
10.7.7 A intervenção em instalações elétricas energizadas em AT dentro dos limites estabelecidos como zona de risco, conforme Anexo II desta NR, somente pode ser realizada mediante a desativação, também conhecida como bloqueio, dos conjuntos e dispositivos de religamento automático do circuito, sistema ou equipamento. (Alterado pela Portaria MTPS n.º 508, de 29 de abril de 2016)
10.7.7.1 Os equipamentos e dispositivos desativados devem ser sinalizados com identificação da condição de desativação, conforme procedimento de trabalho específico padronizado.
10.7.8 Os equipamentos, ferramentas e dispositivos isolantes ou equipados com materiais isolantes, destinados ao trabalho em alta tensão, devem ser submetidos a testes elétricos ou ensaios de laboratório periódicos, obedecendo-se as especificações do fabricante, os procedimentos da empresa e na ausência desses, anualmente.
10.7.9 Todo trabalhador em instalações elétricas energizadas em AT, bem como aqueles envolvidos em atividades no SEP devem dispor de equipamento que permita a comunicação permanente com os demais membros da equipe ou com o centro de operação durante a realização do serviço.

Qualificação; habilitação; capacitação e autorização

O que diz a Norma Regulamentadora 10?

10.8.1 É considerado trabalhador qualificado aquele que comprovar conclusão de curso específico na área elétrica reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino.

10.8.2 É considerado profissional legalmente habilitado o trabalhador previamente qualificado e com registro no competente conselho de classe.

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

a) receba capacitação sob orientação e responsabilidade de profissional habilitado e autorizado; e

b) trabalhe sob a responsabilidade de profissional habilitado e autorizado.

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

10.8.4 São considerados autorizados os trabalhadores qualificados ou capacitados e os profissionais habilitados, com anuência formal da empresa.

10.8.5 A empresa deve estabelecer sistema de identificação que permita a qualquer tempo conhecer a abrangência da autorização de cada trabalhador, conforme o item 10.8.4.

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

10.8.7 Os trabalhadores autorizados a intervir em instalações elétricas devem ser submetidos a exame de saúde compatível com as atividades a serem desenvolvidas, realizado em conformidade com a NR 7 e registrado em seu prontuário médico.

10.8.8 Os trabalhadores autorizados a intervir 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, de acordo com o estabelecido no Anexo III desta NR. (Alterado pela Portaria MTPS n.º 508, de 29 de abril de 2016)

10.8.8.1 A empresa concederá autorização na forma desta NR aos trabalhadores capacitados ou qualificados e aos profissionais habilitados que tenham participado com avaliação e aproveitamento satisfatórios dos cursos constantes do Anexo III desta NR. (Alterado pela Portaria MTPS n.º 508, de 29 de abril de 2016)

10.8.8.2 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 três meses;
c) modificações significativas nas instalações elétricas ou troca de métodos, processos e organização do trabalho.

10.8.8.3 A carga horária e o conteúdo programático dos treinamentos de reciclagem destinados ao atendimento das alíneas "a", "b" e "c" do item 10.8.8.2 devem atender as necessidades da situação que o motivou.
10.8.8.4 Os trabalhos em áreas classificadas devem ser precedidos de treinamento específico de acordo com risco envolvido.
10.8.9 Os trabalhadores com atividades não relacionadas às instalações elétricas desenvolvidas em zona livre e na vizinhança da zona controlada, conforme define esta NR, devem ser instruídos formalmente com conhecimentos que permitam identificar e avaliar seus possíveis riscos e adotar as precauções cabíveis.

NBR 5410 Instalações Elétricas de Baixa Tensão (50 V_{AC} - 1000 V_{AC})

Esta norma fixa as condições que devem satisfazer as instalações elétricas a fim de garantir seu funcionamento adequado, a segurança de pessoas e animais domésticos e a conservação do patrimônio.
Aplica-se as instalações elétricas alimentadas sob uma tensão nominal igual ou inferior a 1000 V em corrente alternada, com frequência inferior a 400 Hz, ou a 1500V em corrente contínua.

Sua aplicação é considerada a partir da origem da instalação, observando-se que:

a) A origem de instalações alimentadas diretamente por rede de distribuição pública em baixa tensão corresponde aos terminais de saída do dispositivo geral de comando e proteção; no caso excepcional em que tal dispositivo se encontre antes do medidor, a origem corresponde aos terminais de saída do medidor;
b) A origem de instalações alimentadas por subestação de transformação corresponde aos terminais de saída do transformador;
c) Se caso a subestação possuir vários transformadores, a cada transformador corresponderá uma origem, havendo tantas instalações quantos forem os transformadores;
d) Nas instalações alimentadas por fonte própria de energia, a origem é considerada de forma a incluir a fonte como parte da instalação.

Abrangência da NBR 5410:2004

a) Edificações residenciais;
b) Edificações comerciais;
c) Estabelecimentos de uso público;
d) Estabelecimentos industriais;
e) Estabelecimentos agropecuários e hortigranjeiros;
f) Edificações pré-fabricadas;
g) Reboques de acampamento (trailers), locais de acampamento (campings), marinas e instalações análogas;

h) Canteiros de obra, feiras, exposições e outras instalações temporárias.

Observações
Aplica-se a instalações novas e a reformas em instalações existentes; Limita-se às instalações elétricas internas, ou seja, após a medição da concessionária de energia elétrica.

NBR 14039 – Instalações Elétricas de Média Tensão (1,0kV a 36,2kV)
Esta Norma fixa os métodos de projeto e execução de instalações elétricas de média tensão, com tensão nominal de 1,0 kV a 36,2 kV, à frequência industrial, de modo a garantir segurança e continuidade de serviço.

Sua aplicação é considerada a partir de instalações alimentadas pela concessionária de energia elétrica, que corresponde ao ponto de entrega definido através da legislação vigente da ANEEL. Também se aplica a instalações alimentadas por fonte própria de energia em média tensão.
Abrange as instalações de geração, distribuição e utilização de energia elétrica, sem prejuízo das disposições particulares relativas aos locais e condições especiais de utilização constantes das respectivas normas.
As instalações especiais tais como marítimas, de tração elétrica, de usinas, pedreiras, luminosas com gases (neônio e semelhantes), devem obedecer, além desta, às normas específicas aplicáveis em cada caso.

Observações
Não se aplica:
- Às instalações elétricas de concessionários dos serviços de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, no exercício de suas funções em serviço de utilidade pública;
- Às instalações de cercas eletrificadas;
- À manutenção em linha viva.
- As prescrições desta Norma constituem as exigências mínimas a que devem obedecer às instalações vizinhas ou causar danos a pessoas e animais e a conservação dos bens e do meio ambiente.
- Aplica-se a instalações novas; às reformas em instalações existentes e às instalações de caráter permanente ou temporário.

Outras normas brasileiras aplicáveis ao segmento de energia elétrica
- NBR 5419 Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas;
- NBR 10898 Sistema de Iluminação de Emergência;
- NBR 8674 Proteção contra Incêndios em Transformadores;

MÓDULO 02 – PROTEÇÕES
EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO COLETIVA (EPC)

No desenvolvimento de serviços em instalações elétricas e em suas proximidades, devem ser previstos e adotados equipamentos de proteção coletiva, que de acordo com a NR-10 devem ter prioridade sobre os equipamentos de proteção individual.

Equipamento de Proteção Coletiva – EPC é todo dispositivo, sistema ou meio, fixo ou móvel, de abrangência coletiva destinado a reservar a integridade física e a saúde dos trabalhadores, usuários e terceiros.

Situações de Sinalização de Segurança

A sinalização de segurança deve atender outras situações:

- Identificação de Circuitos Elétricos
- Travamentos e Bloqueios de Dispositivos e Sistemas de Manobra e Comandos
- Restrições e Impedimentos de Acesso
- Delimitações de Áreas
- Inspeção das áreas, serviços, ferramental e equipamentos.

EPC's utilizados em Instalações e Serviços em Eletricidade

Banqueta Isolante

Isolar o operador do potencial da terra, ampliando sua segurança nas intervenções.

Manta Isolante

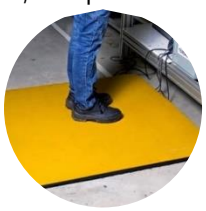
Isolar as partes energizadas da rede durante a execução de tarefas.

Cobertura de Isolante

Isolar as partes energizadas da rede durante a execução de tarefas.

Tapete Isolante

Isolar o operador do potencial da terra, ampliando sua segurança nas intervenções.



Cone

Tem por objetivo advertir, sinalizar delimitar áreas de risco e orientar o fluxo de trânsito.

Dispositivo DR

Tem por finalidade proteger as pessoas e os animais contra os efeitos de choque elétrico por contato direto ou indireto (causado por fuga de corrente).

Aterramento

Proteger o usuário do equipamento das descargas atmosféricas, por meio da viabilização de um caminho alternativo para a terra.

O que a Norma Regulamentadora 10 diz?

10.2.8 - Medidas de Proteção Coletiva

10.2.8.1 Em todos os serviços executados em instalações elétricas devem ser previstas e adotadas, prioritariamente, medidas de proteção coletiva aplicáveis, mediante procedimentos, às atividades a serem desenvolvidas, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores.

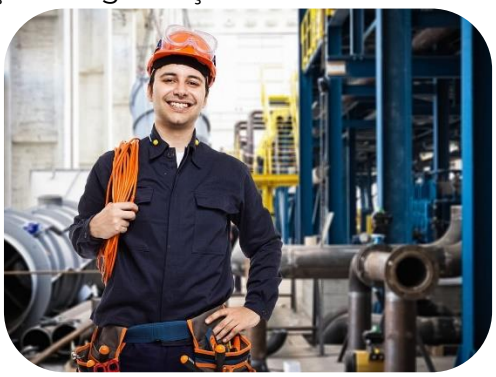
10.2.8.2 As medidas de proteção coletiva compreendem, prioritariamente, a desenergização elétrica conforme estabelece esta NR e, na sua impossibilidade, o emprego de tensão de segurança.

10.2.8.2.1 Na impossibilidade de implementação do estabelecido no subitem 10.2.8.2., devem ser utilizadas outras medidas de proteção coletiva, tais como: isolação das partes vivas, obstáculos, barreiras, sinalização, sistema de seccionamento automático de alimentação, bloqueio do religamento automático.

10.2.8.3 O aterramento das instalações elétricas deve ser executado conforme regulamentação estabelecida pelos órgãos competentes e, na ausência desta, deve atender às Normas Internacionais vigentes.

EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI

Conforme Norma Regulamentadora NR 06 - Equipamento de Proteção Individual - EPI é todo o dispositivo de uso individual utilizado pelo empregado, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.



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

- Sempre que as medidas de ordem geram não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças ocupacionais.
- Enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas.
- Para atender situações de emergência.

"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 equipamento de proteção só poderá ser posto à venda ou utilizado com identificação do **Certificado de Aprovação do Ministério do Trabalho** - **CA**.

Obrigações do empregador

Obriga-se o empregador, quando ao EPI, a:
a) Adquirir o tipo adequado à atividade do empregado;
b) Fornecer ao empregado somente EPI aprovado pelo MTE e de empresa cadastrada no DNSST/MTE;
c) Treinar o trabalhador sobre seu uso adequado;
d) Tornar obrigatório o seu uso;
e) Substituí-lo, imediatamente, quando danificado ou extraviado;
f) Responsabilizar-se pela sua higienização e manutenção periódica;
g) Comunicar ao MTE qualquer irregularidade observada no EPI.

Obrigações do empregado

Obriga-se o empregado, quanto ao EPI, a:
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 o uso;

Lei 6514 de 22 de dezembro de 197 regulamentado pela Portaria n.º 3214 de 08 de junho de 1978 – MTE

Art. 158 – Cabe aos empregados:
I – observar as normas de segurança e medicina do trabalho, inclusive as instruções de que trata o item II do artigo anterior;
II – colaborar com a empresa na aplicação dos dispositivos deste Capítulo.

Parágrafo único – Constitui ato faltoso do empregado a recusa injustificada:
a) à observância das instruções expedidas pelo empregador na forma do item II do artigo anterior;
b) ao uso dos equipamentos de proteção individual fornecidos pela empresa.

Todo EPI deverá apresentar, em caracteres indeléveis e bem visíveis, o nome comercial da empresa fabricante ou importador, e o **número de CA**.

O texto da Norma regulamentadora NR 10 inclui a vestimenta como um dispositivo de proteção complementar para os empregados, incluindo a proibição de adornos, mesmo que não sejam metálicos.

Exemplos de EPI´s
Luvas Isolante
Proteger as mãos do trabalho no contato com eletricidade. Estas devem ser usadas sempre com luvas protetoras para evitar avarias.

Bota Isolante
Proteger o trabalhador do contato com materiais energizados. Este deve ser inspecionados a procura de avarias.

Óculos
Proteger contra projeção de materiais.

Protetor facial
Oferece grau de proteção contra arcos elétricos e projeção de materiais.

Capuz Balaclava
Oferece grau de proteção contra arcos elétricos, é confeccionado em malha de fibra (100% algodão com tratamento retardante à chama), mono ou multicamadas, simples ou alongada.

Capuz Carrasco
Oferece grau de proteção contra arcos elétricos, capuz confeccionado em tecido (88% algodão e 12% tecido sintético); com tratamento retardante à chama com visor.

Blusão anti arco elétrico
Oferece grau de proteção contra arco elétrico e possui tratamento retardante a chama.

Protetor auditivo
Oferece proteção a audição do trabalhador.

Cinturão tipo paraquedista
Oferece proteção a quedas, Cinturão segurança modelo paraquedista com 3 pontos de conexão totalmente ajustável com cinturão abdominal integrado.

Capacetes – NBR 8221, EN 397, EN 12492, EM 812
No caso dos capacetes de proteção individual, esses são extremamente importantes e necessários, e previnem os trabalhadores dos riscos de ferimentos na região da cabeça, ferimentos esses que, na maioria das vezes, podem ser fatais. Em locais onde haja risco de queda de objetos.

O que a Norma Regulamentadora 10 diz?
10.2.9 - Medidas de Proteção Individual
10.2.9.1 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 específicos e adequados às atividades desenvolvidas, em atendimento ao disposto na NR 6.
10.2.9.2 As vestimentas de trabalho devem ser adequadas às atividades, devendo contemplar a condutibilidade, inflamabilidade e influências eletromagnéticas.
10.2.9.3 É vedado o uso de adornos pessoais nos trabalhos com instalações elétricas ou em suas proximidades.

ROTINAS DE TRABALHO

A execução dos trabalhos deve ser realizada obedecendo uma sequência de atividades que garantam a execução e modo seguro para o executante, usuários e para o funcionamento da instalação.

O que diz a Norma Regulamentadora 10?
10.11.1 *Os serviços em instalações elétricas devem ser planejados e realizados em conformidade com procedimentos de trabalho específicos, padronizados, com descrição detalhada de cada tarefa, passo a passo, assinados por profissional que atenda ao que estabelece o item 10.8 desta NR.*

Instalações Desenergizadas
Serão consideradas desenergizadas as instalações elétricas liberadas para trabalho mediante os procedimentos descritos no **item 10.5** da NR10.

De acordo com a normalização que estabelece os conceitos de segurança no trabalho, existe para cada tipo de atividade um procedimento correspondente. Na área elétrica é utilizado o procedimento de bloqueio (ou travamento) e sinalização (ou etiquetagem) que visam o controle dos riscos surgidos durante a execução dos trabalhos. Também é aplicado para outros tipos de energia como energia hidráulica, pneumática etc. Instalações elétricas desligadas, mas com possibilidade de serem energizadas passam a ser tratadas como "Instalações Elétricas Energizadas", item 10.5.4.

Liberação para Serviços
A liberação para execução de serviços não poderá ser executada sem que o trabalhador responsável tenha o documento específico em mãos que autorize a liberação do serviço.

Uma sinalização específica deve ser colocada no equipamento propiciando o alerta claro sobre a autorização de comando ou acionamento ao trabalhador autorizado para este fim. O retorno a operação somente pode ser tomado com o consentimento do responsável pelo serviço.

O que diz a Norma Regulamentadora 10?
10.11.2 *Os Serviços em instalações elétricas devem ser precedidos de ordens de serviço especificas, aprovadas por trabalhador autorizado, contendo no mínimo, o tipo, a data, o locas e as referências aos procedimentos de trabalho a serem adotados.*

Sinalização
A sinalização de segurança consiste num procedimento padronizado destinado a orientar, alertar, avisar e advertir as pessoas quanto aos riscos ou condições de perigo existentes, proibições de ingresso ou acesso e cuidados e identificação dos circuitos ou parte dele.
É de fundamental importância a existência de procedimentos de sinalização padronizados, documentados e que sejam conhecidos por todos os trabalhadores (próprios e prestadores de serviços).
Os materiais de sinalização constituem-se de cone, bandeirola, fita, grade, sinalizador, placa, etc.

Exemplos de Placas:
Perigo de Morte – Alta Tensão
Destinada advertir as pessoas quanto ao perigo de ultrapassar áreas delimitadas onde haja a possibilidade de choque elétrico, devendo ser instalada em caráter permanente.

Não operar "trabalhos"
Destinada a advertir para o fato de o equipamento em referência estar incluído na condição de segurança, devendo a placa ser colocada no comando local dos equipamentos.

Equipamento energizado

Destinada a advertir para o fato do equipamento em referência, mesmo estando no interior da área delimitada para trabalhos, encontrar-se energizado.

Equipamento com partida automática

Destinada a alertar quanto a possibilidade de exposição a ruído excessivo e partes volantes, quando de partida automática de grupos auxiliares de emergência.

Perigo – não fume - não acenda fogo – desligue o celular

Destinada a advertir quanto ao perigo de explosão, quando do contato de fontes de calor com os gases presentes em salas de baterias e depósitos de inflamáveis, devendo a mesma ser afixada no lado externo.

Uso obrigatório

Destinada a alertar quanto à obrigatoriedade do uso de determinado equipamento de proteção individual.

Atenção – gases

Destinada a alertar quanto a necessidade do acionamento do sistema de exaustão das salas de baterias antes de se adentrar, para retirada de possíveis gases no local.

Atenção para banco de capacitores e cabos a óleo

Destinada a alertar a Operação, Manutenção e Construção quanto a necessidade de espera de um tempo mínimo para fazer o Aterramento Móvel Temporário de forma segura e iniciar os serviços. Ao confeccionar esta placa, o tempo de espera deverá ser adequado de acordo com a especificidade do local onde a placa será instalada.

Perigo – não entre – alta tensão

Advertir terceiros quanto aos perigos de choque elétrico nas instalações dentro da área delimitada. Instalada nos muros e cercas externas das subestações.

Perigo – não suba

Advertir terceiros para não subir, devido ao perigo da alta tensão. Instaladas em torres, pórticos e postes de sustentação de condutores energizados.

Área classificada

Advertir terceiros que a área do local está sujeita ao risco de formação de atmosfera explosiva.

Situações de sinalização de segurança

A sinalização de segurança deve atender entre outras as situações a seguir:

Identificação de circuitos elétricos

Travamentos e bloqueios de dispositivos e sistemas de manobra e comandos

Restrição e impedimentos de acesso

Delimitações de áreas

Sinalização de impedimento de energização

Identificação de equipamento ou circuito impedido

Situações de Sinalização de Segurança
A sinalização de segurança deve atender outras situações:

- Identificação de Circuitos Elétricos;
- Travamentos e Bloqueios de Dispositivos e Sistemas de Manobra e Comandos;
- Restrições e Impedimentos de Acesso;
- Delimitações de Áreas;
- Inspeção das áreas, serviços, ferramental e equipamentos.

O que diz a NR 26 Sinalização de Segurança?
26.1.1 Devem ser adotadas cores para segurança em estabelecimentos ou locais de trabalho, a fim de indicar e advertir acerca dos riscos existentes.
26.1.2 As cores utilizadas nos locais de trabalho para identificar os equipamentos de segurança, delimitar áreas, identificar tubulações empregadas para a condução de líquidos e gases e advertir contra riscos, devem atender ao disposto nas normas técnicas oficiais.
26.1.3 A utilização de cores não dispensa o emprego de outras formas de prevenção de acidentes.
26.1.4 O uso de cores deve ser o mais reduzido possível, a fim de não ocasionar distração, confusão e fadiga ao trabalhador.

Inspeções de áreas, serviços, ferramental e equipamentos
As inspeções regulares nas áreas de trabalho, nos serviços a serem executados, no ferramental e nos equipamentos utilizados, se caracteriza por constatar que as atividade sigam padrões desejados, objetivando a vigilância e controle das condições de segurança do meio ambiente de trabalho, identificando situações “perigosas” e que possam oferecer “riscos” à integridade física dos trabalhadores, sejam eles empregados, contratados, visitantes e terceiros, os quais adentrem a área de risco, evitando que situações previsíveis possam levar a ocorrência de acidentes.

As inspeções devem ser realizadas no intuito de providenciar correções necessárias. Na ocorrência de riscos graves e eminentes (exemplo: empregado trabalhando em altura sem cinturão de segurança, sem luvas de proteção de borracha, sem óculos de segurança etc.), as atividades devem ser interrompidas imediatamente contatando o responsável pelo serviço para que tome medidas cabíveis.

O foco da inspeção deve ser centralizado nos postos de trabalho, nas condições ambientais, nas proteções contra incêndios, nos métodos de trabalho desenvolvidos, nas ações dos trabalhadores, nas ferramentas e nos equipamentos.

As inspeções internas são divididas em

- **Inspeções gerais:** Devem ser realizadas anualmente, com o apoio dos profissionais do SESMT e Supervisores das áreas envolvidas. Estas inspeções atingem a empresa como um todo. Algumas empresas já mantêm essa inspeção sob o título de "auditoria", uma vez que é sistemática, documentada e objetiva.
- **Inspeções parciais:** São realizadas nos setores seguindo um cronograma anual com escolha predeterminada ou aleatória. Quando se usam critérios de escolhas, estes estão relacionados com o grau de risco envolvido e com as características do trabalho desenvolvido na área. São as inspeções mais comuns, atendem à legislação e podem ser feitas por cipeiros no seu próprio local de trabalho.
- **Inspeções periódicas:** São realizadas com o objetivo de manter a regularidade para uma rastreabilidade ou estudo complementar de possíveis incidentes. Estão ligadas ao acompanhamento das medidas de controle sugeridas para os riscos da área. São utilizadas nos setores de produção e manutenção.
- **Inspeções por denúncia:** Através de denúncia anônima ou não, pode-se solicitar uma inspeção em local onde há riscos de acidentes ou agentes agressivos a saúde e meio ambiente. Sendo cabível, além de realizar a inspeção no local deve-se ainda efetuar levantamento detalhado sobre o que de fato está acontecendo, buscando informações adicionais junto à: fabricantes, fornecedores, SESMT e supervisor da área onde a situação ocorreu. Detectado o problema, cabe aos responsáveis implementar medida de controle e acompanhar sua efetiva implantação.
- **Inspeções cíclicas:** São aquelas realizadas com intervalos de tempo pré-definidos, uma vez que exista um parâmetro que norteie esses intervalos. Podemos citar, por exemplo, as inspeções realizadas no verão, onde aumenta as atividades nos segmentos operacionais.
- **Inspeções de rotina:** São realizadas em setores onde há a possibilidade de ocorrer incidentes/ acidentes. Nesses casos, o SESMT deve estar alerta aos riscos, bem como conscientizar os empregados do setor para que observem as condições de trabalho, de tal modo que o índice de incidentes/acidentes diminua. Esta inspeção não pode ser duradoura, ou seja, à medida que os problemas forem regularizados, o intervalo entre as inspeções será maior até que se torne periódico. O importante é que o empregado "não se acostume" com a presença da “supervisão de segurança”, para que não caracterize que a ocorrência de acidentes/ incidentes só é vencida com a sua presença física.

Cuidados antes da inspeção

Antes do início da inspeção deve-se preparar um check-list por setor, com as principais condições de risco existentes em cada local e deverá ter um campo em branco para anotar as condições de riscos não presentes no check-list. Trata-se de um roteiro que facilitará a observação. É importante que o empregado tenha uma "visão crítica", para observar novas situações (atitudes de empregados e locais) não previstas na análise de risco inicial.

Não basta reunir o grupo e fazer a inspeção. É necessário que haja um padrão, onde todos estejam conscientes dos resultados que se deseja alcançar. Nesse sentido, é importante que se faça uma inspeção piloto para que todos os envolvidos vivenciem a dinâmica e tirem suas dúvidas. As inspeções devem perturbar o mínimo possível às atividades do setor inspecionado.
Além disso, todo encarregado/supervisor deve ser previamente comunicado de que seu setor passará por uma inspeção de segurança. Chegar de surpresa pode causar constrangimentos e criar um clima desfavorável.

Sugestão de passos para uma inspeção

- 1° passo - Setorizar a empresa e visitar todos os locais, fazendo uma análise dos riscos existentes. Pode-se usar a última Análise Preliminar de Risco (APR) ou a metodologia do mapa de risco como ajuda;
- 2° passo - Preparar uma folha por setor de todos os itens a serem observados;
- 3° passo - Realizar a inspeção, anotando na folha de dados se o requisito está ou não atendido. Toda informação adicional sobre aspectos que possam levar a acidentes deve ser registrada;
- 4° passo - Levar os dados para serem discutidos em reunião diretiva, propor medidas de controle para os itens de não-conformidade, levando-se em conta o que é prioritário;
- 5° passo – Encaminhar relatório referente a inspeção citando o(s) setor (s), a(s) falha(s)detectada(s) e a sugestão para que seja(m) regularizada(s);
- 6° passo – Solicitar regularização e fazer o acompanhamento das medidas de controle implantadas. Alterar a folha de inspeção, inserindo esse item para as novas inspeções;
- 7° passo - Manter a periodicidade das inspeções, a partir do 3° passo.

O que diz a Norma Regulamentadora 10?

10.4.4 *As instalações elétricas devem ser mantidas em condições seguras de funcionamento e seus sistemas de proteção devem ser inspecionados e controlados periodicamente, de acordo com as regulamentações existentes e definições de projetos.*

10.4.3 *Nos locais de trabalho só podem ser utilizados equipamentos, dispositivos e ferramentas elétricas compatíveis com a instalação elétrica existente, preservando se as características de proteção, respeitadas as recomendações do fabricante e as influências externas.*

MÓDULO 03 – INSTRUÇÕES DE TRABALHO

Os riscos à segurança e saúde dos trabalhadores nesses setores são, via de regra, elevados podendo levar a lesões de grande gravidade e são específicos a cada tipo de atividade. Contudo, o maior risco à segurança e saúde dos trabalhadores é o de origem elétrica. Devemos salientar que este trabalho contempla os principais riscos presentes nas atividades desenvolvidas nos setores elétricos e telefônicos.
A eletricidade constitui-se em agente de elevado potencial de risco ao homem, mesmo em baixas tensões ela representa perigo à integridade física e saúde do trabalhador.

Sua ação mais nociva é a ocorrência do choque elétrico com consequências: diretas, e indiretas (quedas, batidas, queimaduras indiretas e outras). Também apresenta risco devido à possibilidade de ocorrências de curtos-circuitos ou mau funcionamento do sistema elétrico originando grandes incêndios, explosões ou acidentes ampliados. É importante lembrar que o fato de a linha estar desenergizada não elimina o risco elétrico, não se pode prescindir das medidas de controle coletivas e individuais necessárias, já que a energização acidental pode ocorrer devido a erros de manobra, contato acidental com outros circuitos energizados, tensões induzidas por linhas adjacentes ou que cruzam a rede, descargas atmosféricas mesmo que distantes dos locais de trabalho, fontes de alimentação de terceiros.

Para que possamos entender de forma clara e objetiva a definição de riscos elétricos nos ambientes de trabalhos, veremos que a noção de risco tem a ver com a possibilidade de perda ou dano, ou como sinônimo de perigo.

RISCOS EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS COM ELETRICIDADE

Choque elétrico

O choque elétrico é um estímulo rápido no corpo humano, ocasionado pela passagem da corrente elétrica quando este é submetido a uma diferença de potencial (ddp).

Segundo a publicação internacional norma № 60479 da IEC (Effects of current passing through the human body) **os cinco principais fatores** dos quais dependem os efeitos do choque elétrico são:

- A intensidade da corrente circulante pelo corpo.
- Duração do choque.
- Frequência do sinal.
- Densidade da corrente.
- Caminho percorrido pela corrente (trajeto).

O choque elétrico pode ocasionar diversos efeitos tais como:

- **Tetanização** - contrações involuntárias dos músculos. Ocorre devido à sobreposição da corrente elétrica do choque sobre as correntes neurológicas responsáveis pelas atividades biológicas.
- **A fibrilação ventricular do coração** – perda da frequência e ritmos normais do batimento cardíaco.
- **Parada cardiorrespiratória** – paralisação dos batimentos cardíacos e respiratórios.
- **Lesões térmicas** – queimaduras superficiais na pele e/ou profundas, inclusive nos órgãos internos.

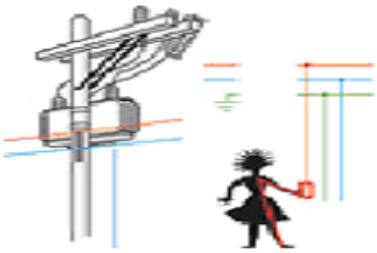
Uma grande parcela dos acidentes por choque elétrico conduz a lesões provenientes de batidas e quedas.

Tipos de choque elétrico

O choque elétrico pode ocorrer se houver o contato com um circuito energizado, com um equipamento que armazena eletricidade, ou pela ocorrência de descargas atmosféricas.

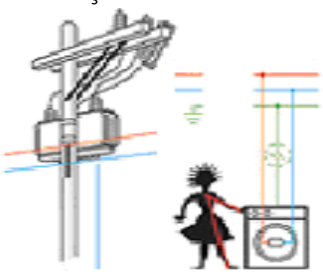
Choque por contato direto

É o que ocorre quando se faz contato com um condutor ou elemento energizado.:
Ex.: Barramentos, conectores, terminais.



Choque por contato indireto (falha de isolação)

É o que ocorre quando se faz contato com uma parte condutor(massa) da instalação que se tornou energizada pela falha de isolação ou falta de aterramento.

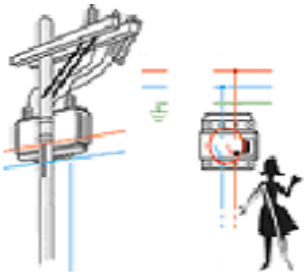


O choque elétrico pode ser dividido em duas categorias, conforme abaixo:

Choque dinâmico

É o choque que surge quando ocorre o contato da pessoa diretamente com o ponto energizado da instalação. Ex.: barramentos, condutores ou massa. É um choque de maior gravidade devido ao tempo de contato com o ponto energizado.

A duração do choque dependerá do tempo de contato e/ou enquanto a fonte de energia estiver ligada. Pode criar desde pequenas à irreparáveis lesões.



Choque estático

É produzido pela eletricidade estática acumulada em equipamentos ou instalações que apresentam características capacitivas. O choque ocorre pelo escoamento dessas cargas pelo corpo humano. Não provoca danos ao corpo humano, devido ao seu curto tempo de duração suficiente para descarregar a carga elétrica do elemento energizado.
Ex.: Capacitores; polias; esteiras.

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 consequências.

Muitos órgãos aparentemente sadios só vão apresentar sintomas devidos aos efeitos da corrente de choque muitos dias ou meses depois, apresentando sequelas, que muitas vezes não são relacionadas ao choque em virtude do espaço de tempo decorrido desde o acidente.

Os choques dinâmicos podem ser causados pela tensão de toque o 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.

Tensão de passo

Quando uma descarga atmosférica ou uma corrente elétrica de fuga é encaminhada por um circuito até a um eletrodo de terra, o potencial em seu redor vai crescer devido á carga que aí é injetada.

Esta elevação de potencial será tanto maior, quanto maior for a intensidade da descarga e esta alteração abrupta no potencial do solo, originará violentas diferenças de potencial entre pontos consecutivos de contato com o solo.

Um objeto ou uma pessoa que se encontre dentro do raio de ação do eletrodo, após a elevação do potencial, sentirá os efeitos dessa tensão entre os seus pontos de contato (os seus pés, por exemplo).

Mecanismos e Efeitos

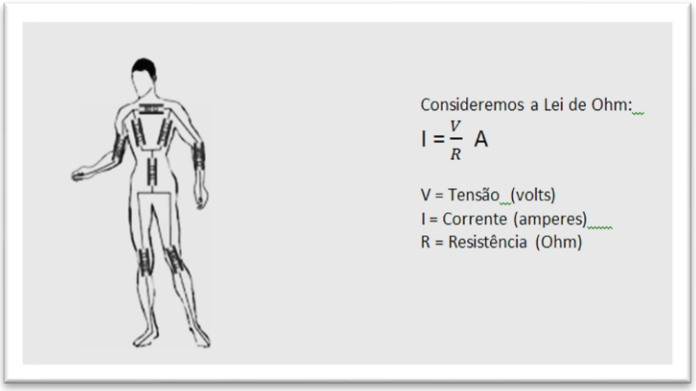
Resistência do corpo humano

O corpo humano se comporta como um condutor elétrico e possui resistência elétrica.

A resistência elétrica é uma oposição passagem de corrente elétrica quando aplicado a este corpo uma diferença de potencial ou tensão elétrica.

A passagem da corrente será diretamente proporcional à tensão da rede e inversamente proporcional à resistência encontrada.

Pés molhados, roupa encharcada, mãos nuas, etc. são exemplos de situações que permitirão a passagem da uma corrente de maior intensidade.



A corrente elétrica pode lesionar ou até matar dependendo da relação entre a tensão elétrica e a resistência do corpo.

Assim, uma pessoa suporta com efeitos fisiológicos geralmente não danosos e durante um curto período de tempo (**menor que 200ms**) uma corrente de até **30 mA**.

A resistência do corpo humano com as mãos úmidas pode chegar a aproximadamente 1300 Ω. Aplicando-se a Lei de Ohm (V = R · I), e considerando uma corrente de 30 mA, teremos: V = 1300. 0,03= 39, ou seja, 39 V.

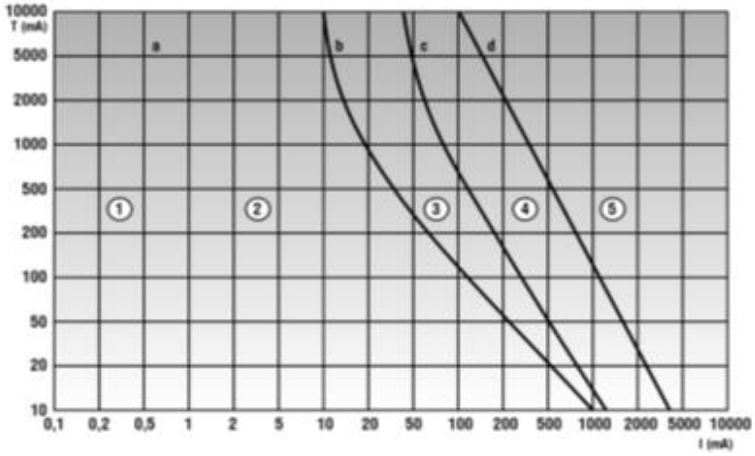
Através da tabela que segue, podemos observar os efeitos fisiológicos decorrentes de choques elétricos, com a variação da intensidade de valores de corrente, em uma pessoa de no mínimo 50 quilos de peso, sendo o trajeto da mesma entre as extremidades do corpo (mão a mão), com a aplicação de tensão alternada (CA) na faixa de frequência de 15 a 100Hz.

Intensidade da corrente

Faixa de Corrente	Reações Fisiológicas habituais
0,1 a 0,5 mA	Leve percepção superficial; habitualmente nenhum efeito.
0,5 a 10mA	Ligeira paralisia nos músculos do braço, com início de tetanização; habitualmente nenhum efeito perigoso.
10 a 30 mA	Nenhum efeito perigoso se houver interrupção em, no máximo, 200ms.
30 a 500mA	Paralisia estendida aos músculos do tórax, com sensação de falta de ar e tontura; possibilidade de fibrilação ventricular se a descarga elétrica se manifestar na fase crítica do ciclo cardíaco e por tempo superior a 200ms.
Acima de 500mA	Traumas cardíacos persistentes; nesse caso o efeito é letal, salvo intervenção imediata de pessoal especializado com equipamento adequado.

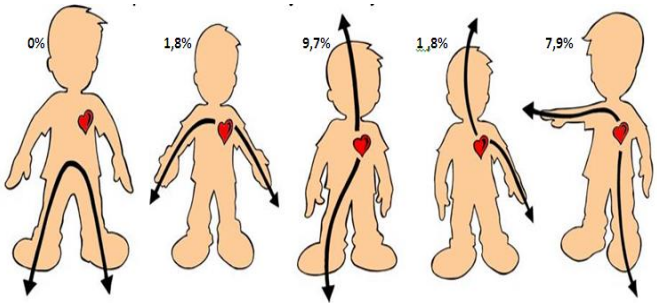
Gráfico tempo x corrente – Efeitos fisiológicos para correntes CA de 15 a 100 Hz
A relação entre tempo de contato e a intensidade de corrente é um agravante nos acidentes por choque elétrico. Como podemos observar no gráfico da publicação n.°479 da IEC, a qual define quatro zonas de efeitos para correntes alternadas de 15 a100Hz, admitindo a circulação entre as extremidades do corpo em pessoas com 50Kg de peso.

Relação tempo x corrente



- Zona 1 – habitualmente nenhuma reação
- Zona 2 – habitualmente nenhum efeito pato-fisiológico perigoso
- Zona 3 – habitualmente nenhum risco de fibrilação
- Zona 4 – fibrilação possível (probabilidade de até 50%)
- Zona 5 – risco de fibrilação (probabilidade superior a 50%

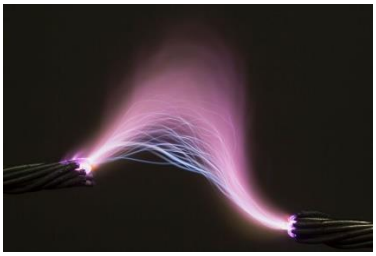
Efeitos em função do trajeto da corrente elétrica



Características da Corrente Elétrica
Corrente contínua (CC)
As intensidades da corrente deverão ser mais elevadas para ocasionar as sensações do choque elétrico. A fibrilação ventricular, só ocorrerá se a corrente contínua for aplicada durante um instante curto e específico do ciclo cardíaco.

Corrente alternada (CA)
As correntes alternadas de frequência entre 20 e 100 Hertz são as que oferecem maior risco. Especificamente as de 60 Hertz, usadas nos sistemas de fornecimento de energia elétrica, são as mais perigosas, uma vez que se situam próximas à frequência na qual a possibilidade de ocorrência da fibrilação ventricular é maior.

Arcos Elétricos
Arco elétrico acontece quando um meio inicialmente não condutor passa a conduzir de forma abrupta. O arco elétrico é um fenômeno da eletricidade inerente aos sistemas elétricos. Pode existir, de forma intensa e controlada, como nos casos de solda elétrica e fornos industriais ou com liberação de pequena quantidade de calor como nos casos de interruptores para lâmpadas.



Formação do arco elétrico
Arco elétrico pode ser definido como um alto valor de corrente que aparece entre os contatos elétricos no instante da sua separação. Isso ocorre devido ao fenômeno de ionização do meio isolante entre os contatos e também por persistir uma tensão elétrica entre os mesmos.

No caso de falhas elétricas ou curtos-circuitos é um fenômeno indesejável que libera uma enorme quantidade de calor. Este fenômeno, além da liberação de calor, libera partículas de metais ionizados, que eventualmente podem conduzir correntes, deslocamento de ar com aparecimento de alta pressão, prejudicial ao sistema auditivo, e raios ultravioletas prejudiciais à visão. Pessoas que estejam no raio de alguns metros de um arco podem sofrer severas queimaduras.
Em determinadas situações, uma onda de pressão também pode se formar, sendo capaz de empurrar e derrubar quem estiver próximo ao local da ocorrência.

Arco elétrico em baixa tensão

O que determina o tipo de proteção pessoal é o cálculo da energia incidente a partir de um arco elétrico
É comum a formação de arco elétrico durante a execução de manobras sobre carga de chaves seccionadoras do tipo sem carga (chaves secas) ou em menor escala nos interruptores de circuitos de iluminação.

O arco elétrico pode ser causado por fatores tais como:

- Atitudes impensadas ou descuido durante a realização de tarefas; ex.: Montagem de antenas de televisão; trabalhos em alvenarias utilizando réguas de alumínio; reaperto de componentes com painéis energizados; abertura de chaves seccionadoras em carga.
- Associado ao ambiente como falta de manutenção preventiva.
- Existência de equipamentos que não possuem câmaras de extinção ou ausência de dispositivo que limite a corrente de curto-circuito.
- Emprego de equipamentos de medição inadequados ou erroneamente.
- Normalmente os arcos elétricos em painéis aparecem devido a:
- Mal contato elétrico, por exemplo, pela perda de pressão dos parafusos de conexão;
- Depreciação da isolação (sobretensão, sobrecarga e perda das propriedades do dielétrico);
- Defeito de fabricação de componentes ou equipamento;
- Projeto e instalação inadequados ou mal dimensionado;
- Manutenção inadequada (introdução de mudanças sutis, sem avaliação técnica adequada);
- Contatos acidentais ou inadvertidos de ferramentas ou peças;

Efeitos do arco elétrico
A junção de todos os efeitos ocorridos durante um arco elétrico apresenta como principais riscos **queimaduras e quedas**.

Mas os riscos seguintes também poderão ser observados.

- Traumatismos cranianos;

- Esmagamento dos pulmões;
- Perda de membro;
- Surdez;
- Ferimentos resultantes de estilhaços;
- Fraturas ósseas;
- Cegueira;
- Morte.

A proteção ao arco elétrico pode ser feita através da utilização de dispositivos de intertravamento elétrico, dispositivos de abertura em carga, manutenção preventiva e corretiva em equipamentos e instalações elétricas.

Também deve ser observado a utilização dos equipamentos de proteção individual, para a proteção do trabalhador.

Campos Eletromagnéticos
Os campos eletromagnéticos são produzidos em linhas de transmissão, fiação elétrica e também por equipamentos elétricos.Todas as cargas em movimento produzem campos magnéticos que formam caminhos fechados (linhas de força) em torno do condutor elétrico.

Os campos elétricos estão associados a cargas estáticas (tensão).

Os campos magnéticos resultam do fluxo da corrente (cargas em movimentos) e aumentam em intensidade quando essa corrente aumenta, mas diminuem à medida que a distância da fonte aumenta.

Tensão induzida
Campos elétricos e magnéticos podem ocasionar o surgimento de tensão induzida.
Chama-se indução eletromagnética ao fenômeno pelo qual aparece corrente elétrica num condutor, quando ele é colocado num campo magnético e o fluxo que o atravessa varia.
Se uma pessoa fizer contato com um objeto nestas condições e a terra, poderá surgir uma corrente de choque que pode trazer riscos.
O funcionamento de marca-passo ou outro equipamento eletrônico necessário para a saúde do trabalhador, poderá ser prejudicado com a exposição ao campo eletromagnético. A sensibilidade e severidade de efeitos dependem do projeto e modelo dos equipamentos.

Instalações elétricas próximas a linhas de transmissão exigem atenção maior dos trabalhadores expostos a esta condição.

Se houver uma **linha de transmissão próxima, haverá indução magnética.**

Na linha de transmissão flui uma corrente alternada, ou seja, que oscila no tempo, alternando sua polaridade (sentido). Essa corrente oscilante gera um campo magnético oscilante na vizinhança da linha de transmissão. Esse campo magnético oscilante induz um campo elétrico oscilante nessa mesma vizinhança. Dependendo da distância em

relação à linha, a intensidade desse campo pode ser forte, gerando diferenças de potencial grandes.

Linha de transmissão

As radiações resultantes da instalação de subestações são nocivas aos seres humanos? Em livro publicado recentemente (1997), intitulado "POSSIBLE HEALTH EFFECTS OF EXPOSURE TO RESIDENTIAL ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS" (Possíveis Efeitos Sobre a Saúde da Exposição a Campos Elétrico e Magnético Residenciais) o Comitê Sobre Possíveis Efeitos de Campos Eletromagnéticos sobre Seres Vivos instituído pela National Academy Of Sciences dos EUA a pedido do Congresso Americano:

"Baseado numa avaliação exaustiva dos estudos publicados com relação aos efeitos de campos elétricos e magnéticos de frequência industrial (50 e 60 Hz) sobre células, tecidos e organismos (incluindo o de seres humanos), a conclusão do Comitê é que as evidências não **mostram que** estes campos apresentam perigo à saúde humana.

Especificamente, nenhuma evidência conclusiva e consistente mostra que a exposição a campos elétricos e magnéticos residenciais produza câncer, efeitos neurocomportamentais adversos, ou efeitos sobre a reprodução ou desenvolvimento".

A pesquisa do Comitê não tratava apenas de campos elétrico e magnético gerados por eletrodoméstico. O interesse primordial do Comitê era a preocupação sobre fontes de campos elétricos e magnéticos de baixa frequência (50 e 60 Hz) associados com a geração, distribuição e uso de potência elétrica, incluindo linhas de transmissão, subestações, linhas de distribuição e numerosos eletrodomésticos indo desde computadores pessoais até relógios eletrônicos.

Além dos riscos diretos provenientes dos trabalhos ou contato com as instalações elétricas, devem devemos considerar os riscos apresentados pelas condições abaixo:

- Condições atmosféricas – Umidade e descargas atmosféricas
- Áreas classificadas

ANÁLISE DE RISCO E CONDIÇÕES IMPEDITIVAS

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 de errado?
- Quais são as causas básicas dos eventos não desejados?
- Quais são suas consequências?

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.

Condições Impeditivas
Ao realizar trabalhos em instalações elétricas, além dos riscos diretos, devem ser considerados os que seguem abaixo:

1 – Condições atmosféricas
Umidade
A umidade é um risco relacionado ao ambiente que aumenta o risco de choque elétrico e arco elétrico. O excesso de umidade do ar diminui a rigidez dielétrica do ar, tornando-o condutor de corrente elétrica, o que aumenta o risco de acidentes elétricos.

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

As ferramentas de trabalho e equipamentos também terão comprometimento das suas propriedades isolantes.

Descargas atmosféricas
Um raio, ao cair no solo, 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, telecomunicações, TV a cabo, antenas parabólicas, redes de transmissão de dados etc.
Essa sobre tensão é denominada **sobretensão transitória** e pode 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 tensão sobre os diversos circuitos.
- **Descarga indireta:** o raio cai a uma distância de até 1km de uma rede elétrica. A sobre tensão gerada é de menor intensidade do que a provocada pela descarga direta, mas pode causar sérios danos. Essa sobre tensão induzida acontece quando uma parte da energia do raio é transferida através de um acoplamento eletromagnético com uma rede elétrica. A grande maioria das sobre tensões transitórias de origem atmosférica que causam danos a equipamentos é ocasionada pelas descargas indiretas.

Medidas preventivas podem ser adotadas quando ocorrer risco de descargas atmosféricas

- 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 deles.
- Procurar não se movimentar e, se possível, ficar agachado evitando o efeito das pontas.
- Evitar o uso de telefones, a não ser que seja sem fio.
- Evitar ficar próximo de tomadas, canos, janelas e portas metálicas.
- Evitar tocar em qualquer equipamento elétrico ligado à rede.
- Evitar locais extremamente perigosos como topos de morros, topos de prédios, proximidade de cercas de arame, torres, linhas telefônicas, linhas aéreas.

As medidas para minimizar as consequências das descargas atmosféricas têm como princípio a criação de caminhos de baixa resistência para a terra, escoando as correntes elétricas dos raios. Como principais componentes de um sistema de proteção atmosférica podem ser instalados:

- **Terminais Aéreos:** conhecidos como para raios, são hastes montadas em bases instaladas acima do ponto mais alto das edificações com o objetivo de propiciar caminho mais fácil para as descargas atmosféricas. A função principal destas hastes é descarregar as nuvens de tal forma que diminua a probabilidade de uma descarga ocorrer.
- **Condutores de descida:** cabos que interconectam os terminais aéreos aos terminais de aterramento oferecendo um caminho de baixa resistência para as correntes de descarga.
- **Terminais de Aterramento:** condutores que servem par conectar os cabos de descida ao solo. São diretamente enterrados no solo e tem a função de distribuir a corrente da descarga captada pelos terminais aéreos e conduzida pelos condutores de corrente pelo solo. A baixa resistência de terra depende da forma como os terminais de aterramento são instalados e das características do solo.
- **Condutores de Ligação Equipotencial:** promovem a interligação dos sistemas de aterramento com os outros sistemas de aterramento da edificação, impedindo a existência de diferenças de potenciais entre os elementos interligados. 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 em um único ponto.
- **Supressores de surto, varistores, para-Raios de linha, centelhadores:** são instalados em pontos de entrada de energia, cabos telefônicos e de dados, instrumentação industrial etc., com a finalidade de proteger as instalações e equipamentos contra sobrecorrentes transitórias (sobretensões) provocadas por descargas direta, indireta e manobras de equipamentos do sistema de alimentação elétrica.

Áreas Classificadas

É uma área na qual a probabilidade da presença de uma atmosfera explosiva é tal que exige precauções para a construção, instalação e utilização de equipamentos elétricos. Para um primeiro enfoque sobre as instalações elétricas em áreas classificadas, é fundamental que seja conceituado o que se entende por “instalações elétricas á prova

de explosão". Vulgarmente, chamadas de "instalações elétricas a prova de explosão" é muito frequentemente confundida com instalações a prova de pó, a prova de gases ou vapores, e até blindadas a prova de tempo, as instalações em áreas chamadas classificadas, possuem características muito específicas e variáveis, de acordo com os ambientes, substâncias e equipamentos envolvidos.

Atmosfera explosiva
Mistura com o ar, sob condições atmosféricas, de substâncias inflamáveis na forma de gás, vapor, névoa, poeira ou fibras, na qual após a ignição, a combustão se propaga através da mistura.

A potencialidade dos danos devidos à propagação descontrolada de uma ignição não desejada exige que nossa atenção se prenda a eliminação dos fatores determinantes da combustão. Há muito sabemos que para a combustão, necessitamos de três elementos básicos; o combustível; o comburente e a fonte de ignição, que se constituem no famoso triângulo do fogo. Se pudermos eliminar o combustível, eliminamos o problema.

Se eliminarmos o comburente (o oxigênio), também teremos resolvido o problema, mas isso em condições ambientais não é muito simples. Se eliminarmos às fontes de ignição, também poderemos resolver o problema. Ocorre que muitas vezes não podemos eliminar nenhum dos três e então devemos nos voltar ao controle das fontes de ignição.

São vários os métodos aplicados para eliminar ou controlar fontes de ignição, como também são diferentes os níveis de controle exigidos para as circunstâncias específicas de cada local. Essas variáveis exigem que antecipadamente se realize uma classificação da área.

Classificação das áreas
Estabelecido que exista a probabilidade de que se formem misturas explosivas, em um determinado local, deve ser definida a classificação desse local, segundo critérios já estabelecidos em normas, de acordo com o grau de probabilidade da presença de atmosfera explosiva, como segue:

- **Zona 0** – em que a mistura explosiva é encontrada permanentemente ou na maior parte do tempo;
- **Zona 1** – em que a mistura explosiva é provável durante a operação normal, mas quando ocorrer, será por tempo limitado.
- **Zona 2** – em que a mistura explosiva só é provável em caso de falhas do equipamento ou do processo. O tempo de duração desta situação é curto.

A delimitação das zonas, na classificação de áreas é dependente de vários fatores em que se destacam: as características dos produtos componentes da mistura, as quantidades que podem ser liberadas para o ambiente, a ventilação local, e outros.

Classificação dos equipamentos
Os equipamentos elétricos, de acordo com as suas características, suas funções e seus invólucros, são subdivididos em grupos:

- **Grupo I:** equipamentos construídos para instalações onde há presença de gás metano, (minas de carvão). Neste grupo não há subgrupos;

- **Grupo II:** equipamentos destinados a instalações em todas as demais áreas classificadas. Neste grupo II, há subgrupos, para tipos de proteção diferentes (d - a prova de explosão e i – segurança intrínseca).

São normalizados os três seguintes subgrupos:
a) produto característico - metano.
b) produto característico - eteno.
c) produto característico - hidrogênio.

Os subgrupos reúnem os equipamentos segundo critérios experimentais (MESG – maximum experimental safe gap) para tipo d e MIC (minimum ignition current) para tipo i.

Classes de temperatura
Os equipamentos também são classificados em função da temperatura máxima que pode ser atingida (base 40 °C) na superfície externa dos invólucros, em contato com as misturas explosivas. Os equipamentos do grupo I têm temperatura externa limitada em 150°C (quando houver possibilidade de acúmulo de pó de carvão), e até 450°C (quando o acúmulo for impossibilitado por medida confiável).

Os equipamentos do grupo II são normalizados para seis classes de temperatura:
- T1. temperatura de superfície até 450°C.
- T2. temperatura de superfície até 300°C.
- T3. temperatura de superfície até 200°C.
- T4. temperatura de superfície até 135°C.
- T5. temperatura de superfície até 100°C.
- T6. temperatura de superfície até 85°C.

Tipos de proteção
São várias as técnicas utilizadas para adequar os equipamentos, de forma que possam exercer as suas funções em uma ou outra área classificada. Naturalmente que os invólucros devem levar em consideração as funções de cada dispositivo elétrico, o que ele produz, em condições normais e suas potencialidades em condições anormais de operação.
- Ex-d. - Chamada à prova de explosão é a técnica mais frequentemente encontrada. Sua aplicação de acordo com o art. 500 do NEC, a torna dispendiosa, são invólucros robustos, exigem acessórios e técnicas onerosas para montagem. Pode ser aplicada em zonas 1 e 2 – Ref.: NBR 5363.
- Ex-p. - Consiste na pressurização ou na diluição contínua, é utilizada em pontos especiais como em grandes motores, painéis elétricos e instrumentação. Normalmente se utiliza o ar e eventualmente um gás inerte, com pressão positiva de forma a impedir a penetração de mistura explosiva. A pressão positiva deve ser supervisionada de forma a cortar o suprimento no caso de queda da pressão ou interrupção do fluxo de gás. Exigem purga prévia antes da energização. Ref.: NBR 5420.
- Ex-e. - Consiste em um melhoramento dos invólucros, é chamado de segurança aumentada, permite instalações econômicas, não é aplicável para qualquer equipamento, mas apenas para aqueles que não produzem faíscas, arcos ou

temperaturas superiores à da classe exigida pelo ambiente. Aplicações típicas são as caixas para bornes, caixas de passagem, transformadores, luminárias, motores de gaiola, solenóides e dispositivos de instrumentação. Pode ser usado em zonas 1 e 2. - Ref.: 9883.

- Ex-i. - Chamado de segurança intrínseca, tem sido muito empregado em instrumentação, usado em zonas 1 e 2 e até mesmo em zona 0, consiste em utilizar sistemas que envolvam quantidades de energia tão pequenas que sejam incapazes de produzir arcos ou faíscas que poderiam provocar a ignição da atmosfera explosiva. Ref.:NBR 9518: 8447: 8446.
- Ex-o. - Imersão em óleo, raramente encontrada, pode ser utilizada em zonas 1 e 2. Ref.: NBR-8602.
- Ex-q. - Enchimento com areia, aplicado em capacitores e fontes, pode ser usado em zonas 1 e 2. Não há NBR para esse método.
- Ex-m. - Encapsulamento em resinas, ainda não normatizado.
- Ex-h. - Hermeticamente selado, ainda não normatizado.
- Ex-n. - Não incendivo ainda não normatizado.
- Ex-s. - Especial: Não se trata de um método, mas identifica equipamentos elétricos que através de associação de medidas, garantem um nível de proteção igual aos equipamentos construídos segundo as normas existentes. Dependem de certificação de equivalência emitida por laboratório credenciado.

Equipamentos elétricos permitidos em áreas classificadas

Equipamentos elétricos ou outros equipamentos que possam constituir-se numa fonte de ignição não devem ser instalados em áreas classificadas, a menos que seja estritamente essencial sua instalação neste local, para a operação. Os equipamentos e dispositivos elétricos devem possuir características inerentes que os capacitem a operar em Áreas classificadas, com o mínimo risco a causarem inflamação do ambiente onde estão instalados.

Para isso são utilizadas diversas técnicas construtivas que são aplicadas de forma a reduzir o risco de explosão ou incêndio provocado pela sua operação.

Temperatura máxima de superfície

É a mais alta temperatura que é atingida em serviço, sob as mais adversas condições (porém dentro das tolerâncias) por qualquer parte ou superfície de um equipamento elétrico que seja capaz de provocar a ignição de uma atmosfera inflamável dentro da área classificada ao redor do equipamento.

***Nota**: As mais adversas condições incluem sobrecargas ou defeitos previstos na respectiva norma para o tipo de proteção.*

A **EN 50.014** que especifica a temperatura superficial máxima em 6 níveis, assumindo como temperatura ambiente de referência 40°C. Assim temos:

Temperatura superficial máxima

- T1 450°C
- T2 300°C
- T3 200°C
- T4 135°C

- T5 100°C
- T6 85°C

Para exemplificar: um equipamento classificado como T3, pode ser utilizado em ambientes cujos gases possuem temperatura de combustão superior a 200° C.
São utilizadas diversas técnicas construtivas aplicadas de forma a reduzir o risco de explosão ou incêndio provocado pela operação dos equipamentos elétricos.

Diversos métodos podem ser adotados. Sendo um deles a eliminação de um dos elementos do triângulo do fogo: temperatura, oxigênio e combustível; ou através de uma das três alternativas a seguir:

- **Contenção da explosão** (evita a detonação da atmosfera explosiva).
- **Segregação** (separa fisicamente a atmosfera explosiva da fonte de ignição).
- **Prevenção** (controla a fonte de ignição limitando a energia elétrica e térmica).

Abaixo, citamos algumas atividades industriais reconhecidamente perigosas quanto aos riscos de incêndios e explosões.

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

Instalações elétricas em ambientes explosivos
Equipamentos elétricos e de instrumentação para serem instalados em áreas classificadas contendo atmosferas explosivas necessitam possuir características especiais de proteção, montagem, inspeção, manutenção e reparos.

Essas características de proteção são denominadas **Tipos de Proteção "Ex".**

Os cabos e condutores de alimentação elétrica
organismo de certificação, credenciado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO.

A norma IEC 79-14 prevê três métodos de instalação a ser adotado:

- Conexão por eletrodutos (conexão direta) ao invólucro a prova de explosão;
- O sistema por cabos com conexão indireta ao compartimento à prova de explosão;
- E o sistema por cabos com conexão direta ao compartimento à prova de explosão.

Deverão ser considerados também os riscos que possam surgir em ambientes com excesso de poeira, presença de fauna e radiação solar.

DOCUMENTAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Em todas as intervenções nas instalações elétricas, subestações, salas de comando, centro de operações, painéis elétricos, painéis de controle/comando, devem ser adotadas medidas preventivas de controle do risco elétrico e de outros riscos adicionais mediante técnicas de análise de risco de forma a garantir a segurança, saúde no trabalho

bem como a operacionalidade, prevendo eventos não intencionais, focando na gestão e controle operacional do sistema elétrico.

As medidas de controle adotadas devem integrar-se às demais iniciativas da empresa tais como políticas corporativas e normas no âmbito da preservação da segurança, da saúde e do meio ambiente de trabalho.

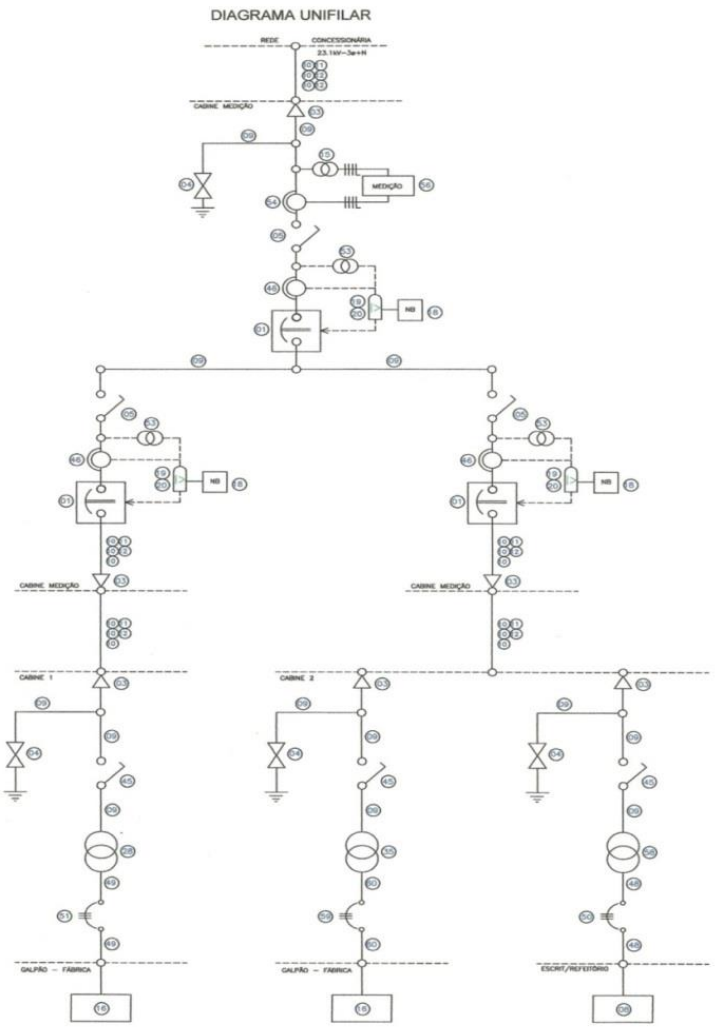
A Norma Regulamentadora NR 10 obriga as empresas a manter prontuário com documentos necessários para a prevenção dos riscos durante a construção, operação e manutenção do sistema elétrico tais como: esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos, especificações do sistema de aterramento dos equipamentos e dos dispositivos de proteção entre outros documentos.

Estabelecimentos com carga instalada superior a **75kW** devem constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas contendo, além do disposto nos subitens 10.2.3 e 5.2.4 da NR-10, no mínimo:

- Conjunto de procedimentos, instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde implantadas e relacionadas a esta NR, e descrição das medidas de controle existentes para as diversas situações (manobras, manutenção programada, manutenção preventiva, manutenção emergencial etc.).
- Documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos.
- Especificação dos equipamentos de proteção coletiva, proteção individual e do ferramental aplicáveis conforme determina a NR-10.
- Documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores, os treinamentos realizados e descrição de cargos/funções dos empregados que são autorizados para trabalhos nestas instalações.
- Resultados dos testes de isolação elétrica realizada em equipamentos de proteção individual e coletiva que ficam à disposição nas instalações.
- Certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas.
- Relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações contemplando as alíneas de “a” a “f”.

As empresas que operam em instalações ou equipamentos integrantes do **sistema elétrico de potência** devem constituir prontuário com o conteúdo do item 5.2.4 da NR-10 e acrescentar ao prontuário os seguintes documentos:

- Descrição dos procedimentos para emergências.
- Certificações dos equipamentos de proteção coletiva e individual.



ROTINAS DE TRABALHO

A execução dos trabalhos deve ser realizada obedecendo uma sequência de atividades que garantam a execução e modo seguro para o executante, usuários e para o funcionamento da instalação.

10.11.1 *Os serviços em instalações elétricas devem ser planejados e realizados em conformidade com procedimentos de trabalho específicos, padronizados, com descrição detalhada de cada tarefa, passo a passo, assinados por profissional que atenda ao que estabelece o item 10.8 desta NR.*

Instalações Desenergizadas

Serão consideradas desenergizadas as instalações elétricas liberadas para trabalho mediante os procedimentos descritos no ***item 10.5*** *da NR10.*

De acordo com a normalização que estabelece os conceitos de segurança no trabalho, existe para cada tipo de atividade um procedimento correspondente. Na área elétrica é utilizado o procedimento de bloqueio (ou travamento) e sinalização (ou etiquetagem) que visam o controle dos riscos surgidos durante a execução dos trabalhos. Também é aplicado para outros tipos de energia como energia hidráulica, pneumática etc.

Instalações elétricas desligadas, mas com possibilidade de serem energizadas passam a ser
tratadas como "Instalações Elétricas Energizadas", item 10.5.4.

Liberação para Serviços
A liberação para execução de serviços não poderá ser executada sem que o trabalhador responsável tenha o documento específico em mãos que autorize a liberação do serviço. Uma sinalização específica deve ser colocada no equipamento propiciando o alerta claro sobre a autorização de comando ou acionamento ao trabalhador autorizado para este fim. O retorno a operação somente pode ser tomado com o consentimento do responsável pelo serviço.

O que diz a Norma Regulamentadora 10?
10.11.2 *Os Serviços em instalações elétricas devem ser precedidos de ordens de serviço especificas, aprovadas por trabalhador autorizado, contendo no mínimo, o tipo, a data, o locas e as referências aos procedimentos de trabalho a serem adotados.*

Inspeções de áreas, serviços, ferramental e equipamentos
As inspeções regulares nas áreas de trabalho, nos serviços a serem executados, no ferramental e nos equipamentos utilizados, se caracteriza por constatar que as atividade sigam padrões desejados, objetivando a vigilância e controle das condições de segurança do meio ambiente de trabalho, identificando situações "perigosas" e que possam oferecer "riscos" à integridade física dos trabalhadores, sejam eles empregados, contratados, visitantes e terceiros, os quais adentrem a área de risco, evitando que situações previsíveis possam levar a ocorrência de acidentes.
As inspeções devem ser realizadas no intuito de providenciar correções necessárias. Na ocorrência de riscos graves e eminentes (exemplo: empregado trabalhando em altura sem cinturão de segurança, sem luvas de proteção de borracha, sem óculos de segurança etc.), as atividades devem ser interrompidas imediatamente constatando o responsável pelo serviço para que tome medidas cabíveis.

O foco da inspeção deve ser centralizado nos postos de trabalho, nas condições ambientais, nas proteções contra incêndios, nos métodos de trabalho desenvolvidos, nas ações dos trabalhadores, nas ferramentas e nos equipamentos. As inspeções internas são divididas em Gerais, Parciais, Periódicas, Através de denúncias, Cíclicas, Rotineiras, Oficiais e especiais.

O que diz a Norma Regulamentadora 10?
10.4.4 *As instalações elétricas devem ser mantidas em condições seguras de funcionamento e seus sistemas de proteção devem ser inspecionados e controlados periodicamente, de acordo com as regulamentações existentes e definições de projetos.*

10.4.3 *Nos locais de trabalho só podem ser utilizados equipamentos, dispositivos e ferramentas elétricas compatíveis com a instalação elétrica existente, preservando se as características de proteção, respeitadas as recomendações do fabricante e as influências externas.*

MÓDULO 04 - RESPONSABILIDADES
MEDIDAS DE CONTROLE DO RISCO ELÉTRICO

Desenergização

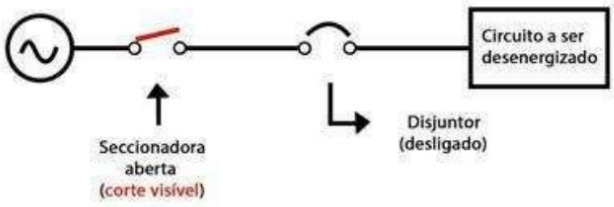
O procedimento para desenergização ao contrário do que muitos pensam, não consiste apenas em desligar um disjuntor ou abrir uma chave. É um processo relativamente complexo que, de acordo com a NR-10 deve obedecer à seguinte sequência:

- Seccionamento;
- Impedimento de reenergização;
- Constatação da ausência de tensão;
- Instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos;
- Proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada;
- Instalação da sinalização de impedimento de reenergização;

A desenergização deve ser realizada por no mínimo duas pessoas. Segue a descrição de cada um dos procedimentos:

Seccionamento

O processo de seccionamento deve ser iniciado pela abertura do disjuntor, pois uma instalação elétrica sob carga tem correntes elevadas e a interrupção da corrente elétrica cria um arco elétrico (lembrando que quanto maior for a corrente elétrica maior será o arco). Logo, o equipamento que vai "abrir o circuito" sob carga deve ter capacidade de extinguir o arco elétrico. Nesse processo muitos trabalhadores incorrem em um erro comum. Como todos sabem se o circuito estiver aberto de forma que seja possível identificar sua abertura visualmente, a segurança conferida ao processo é maior, por esse motivo os circuitos contam também com chaves seccionadoras; entretanto, essas chaves não têm capacidade para extinguir o arco elétrico. O erro comum é abrir a chave seccionadora sob carga, fazendo isso o trabalhador está se expondo ao risco de arco elétrico. Logo, primeiro deve-se manobrar o disjuntor, para que somente depois seja possível a abertura do circuito que possibilite verificação visual, como abertura da chave seccionadora ou retirada dos fusíveis.

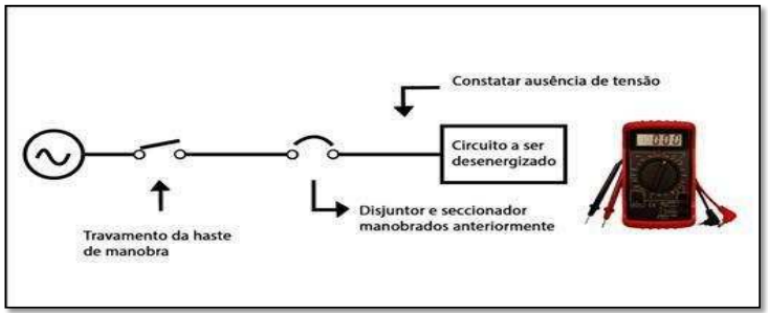


Impedimento de Reenergização

O impedimento de reenergização, consiste em formas de impedimento de reenergização acidental do circuito. Para atender a este item recomenda-se retirar os fusíveis do local, extrair o disjuntor quando possível ou mesmo fazer uso de cadeados ou lacres. No caso de chaves seccionadoras de alta tensão, geralmente, o impedimento de reenergização é feito por meio de cadeados, que travam a haste de manobra

Constatação da ausência de tensão

Muitas vezes a constatação da ausência de tensão é feita por meio de voltímetros instalados no próprio painel e/ou sinais luminosos. Caso esses não existam a constatação deve ser feita com um voltímetro que esteja com o seletor no nível de tensão adequado.



Instalação da Sinalização de Impedimento de Energização

Somente depois de todas as etapas descritas anteriormente a sinalização deve ser colocada no circuito. A sinalização é colocada com o objetivo de diferenciar os equipamentos/circuitos energizados, dos circuitos desenergizados, além disso serve para alertar os demais trabalhadores, para que não tentem energizar o circuito. Lembrando que os trabalhos são iniciados apenas após autorização e ao término das atividades no processo de reenergização, não se deve esquecer de retirar a sinalização.

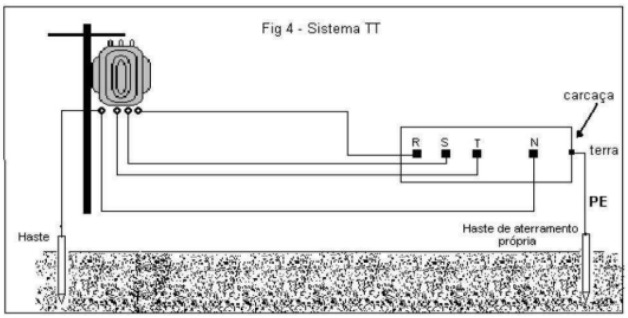
Aterramento

Um dos objetivos do aterramento de uma instalação pode ser direcionar possíveis correntes de fuga para a terra, protegendo as pessoas e preservando os equipamentos. O aterramento fornece um caminho em paralelo, para a terra, de menor resistência. Sabemos que a terra tem menor potencial, logo a corrente tende a ir para a terra e passará pelo caminho que oferecer menor resistência, que é pelo ramo do aterramento. Podemos afirmar, então, que quanto menor for o valor da resistência de aterramento melhor ele será e o aparelho utilizado para medir a resistência de aterramento é o terrômetro. O aterramento pode ser realizado por diversos motivos, como transmissão de sinais por exemplo. Logo, o aterramento pode ser tanto um aterramento de proteção, quanto um aterramento funcional. O nome de aterramento funcional é dado a todo aterramento que não se destina à proteção.

Aterramento do Neutro

Quando a concessionária de energia fornece alimentação em baixa tensão, o neutro é aterrado; o objetivo desse aterramento não é proteção.

Em um sistema trifásico equilibrado ligado em estrela a corrente no neutro é zero. Entretanto, sabemos que a rede não está equilibrada, seja em função do aumento da demanda ou ligações ilegais a ela. Assim existe uma corrente circulando pelo neutro e a ligação a terra é feita para que tal corrente tenha um caminho de retorno.



Aterramento de Proteção (PE)

A proteção contra choques elétricos por contato indireto (quando uma pessoa toca uma massa, que não deveria estar energizada, mas está) é conferida em parte pelo equipamento e em parte pela instalação. Muitas vezes a instalação possui um condutor de proteção, entretanto, o equipamento não o possui. Em outros casos, o equipamento possui e a instalação, não. A proteção só é efetiva se o equipamento possuir um condutor destinado à proteção ou disponibilizar alguma forma para ligação e este condutor estiver conectado à terra por uma resistência que se aproxime de zero. A seção mínima dos condutores de proteção deve seguir as recomendações da NBR-5410. Segundo a norma, para circuitos em que os condutores de fase têm seção de até 16 mm² o condutor de proteção, deve ter a mesma seção; Para os casos em que os condutores de fase têm entre 16 e 35 mm² deve ser utilizado o condutor de 16mm², para condutores fase maiores do que 35 mm² o condutor de proteção deve ter a metade da seção do condutor de fase. Ainda de acordo com a NBR-5410 os condutores de proteção devem se exclusivamente verdes ou verdes e amarelos.

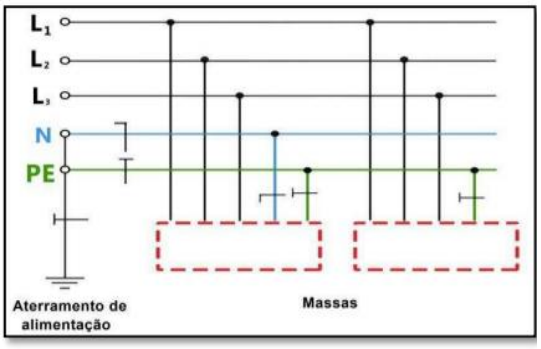
Em um circuito funcionando em perfeitas condições, sem corrente de fuga, não existirá corrente elétrica no condutor de proteção; entretanto deve-se ter cuidado com essa afirmação, pois, caso haja corrente de fuga, ela passará pelo condutor de proteção.

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:

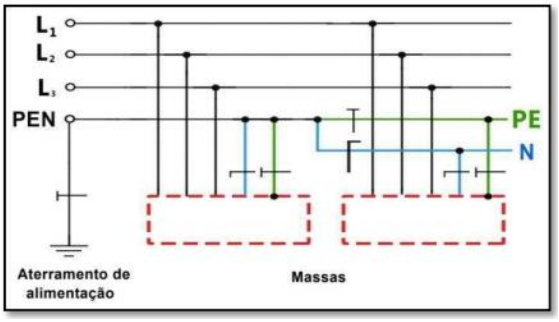
Esquema TN-S

Neste esquema o condutor neutro e o de proteção são separados ao longo de toda a instalação, mas ambos são ligados à mesma malha de aterramento.



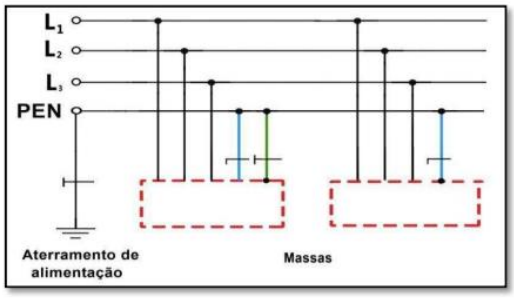
Esquema TN-C-S

Neste esquema as funções neutro e proteção são combinadas em um único condutor em uma parte do circuito.



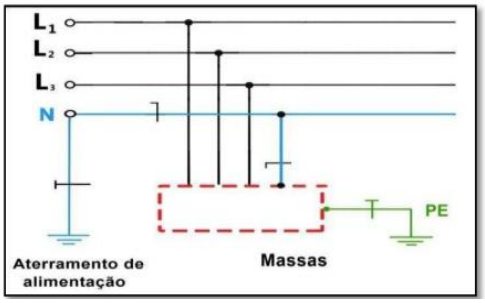
Esquema TN-C

Neste esquema as funções neutro e proteção são combinadas em um único condutor ao longo de toda instalação.



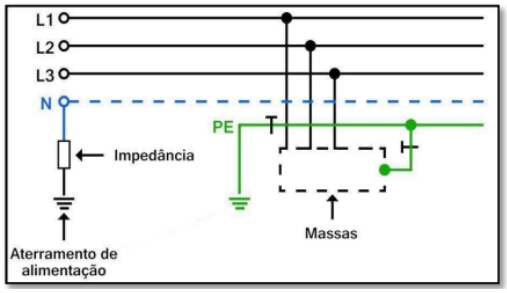
Esquema TT

O aterramento do neutro é diferente do aterramento de proteção.



Esquema IT

O neutro da alimentação não é aterrado, existe aterramento apenas para proteção. Na figura abaixo a impedância entre neutro tende ao infinito e indica que o neutro não está ligado à terra.



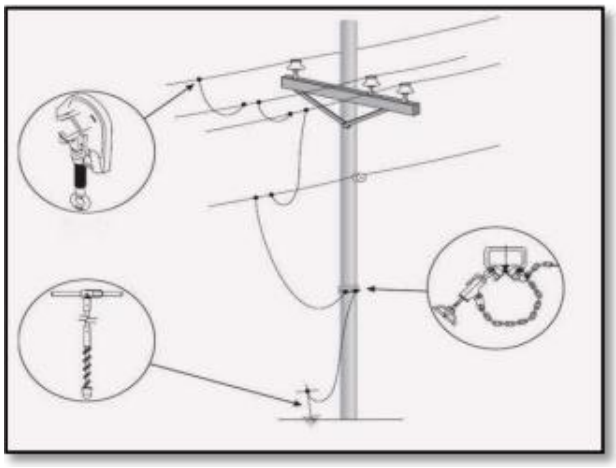
Aterramento Temporário

A instalação do aterramento temporário tem o objetivo de fazer com que as partes do circuito aberto estejam em um mesmo potencial elétrico que neste caso é o potencial de terra.

Os procedimentos para a execução do aterramento temporário são:

1. Solicitação de autorização formal;
2. Evacuação da área (apenas os envolvidos na atividade devem permanecer próximos);
3. Delimitação e sinalização de área;
4. Verificação de desenergização;
5. Inspeção dos dispositivos a serem utilizados no aterramento temporário;
6. Ligar o grampo de terra primeiramente à malha de terra e em seguida à outra extremidade;
7. Obedecer aos procedimentos específicos de cada empresa

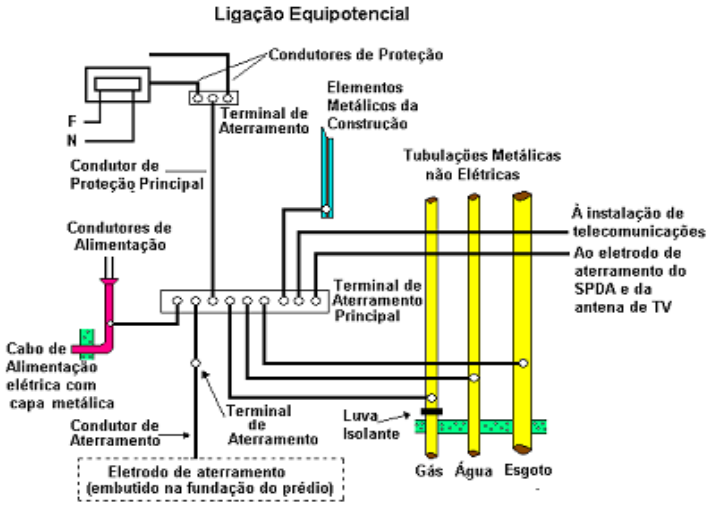
Observação: na rede de distribuição, deve-se trabalhar no mínimo entre dois aterramentos.



Equipotencialização

A equipotencialização assim como o aterramento, é fundamental para garantir o funcionamento adequado dos sistemas de proteção contra choques elétricos, sobretensões, descargas atmosféricas, descargas eletrostáticas, além de ajudar a garantir o funcionamento adequado dos equipamentos de tecnologia da informação.
Consiste em interligar todas as massas e elementos condutores existentes na instalação, de modo a colocá-los praticamente no mesmo potencial entre si, mas não envolve diretamente uma ligação à terra.

Esquema:



Dispositivos a Corrente de Fuga

Este dispositivo, conhecido como diferencial residual, pode ser um interruptor ou um disjuntor (IDR ou DDR), que, a finalidade de desenergizar o equipamento ou instalação que ele protege na ocorrência de uma corrente de fuga que exceda determinado valor e sua atuação deve ser rápida. A função do dispositivo DR, seja ele interruptor ou disjuntor, é proteger as pessoas contra possíveis choques elétricos causados por corrente de fuga.

O dispositivo diferencial residual (DR) é incompatível com o aterramento que utiliza um cabo comum para neutro (N) e proteção (PE), pois nesse tipo de aterramento (TN-C) a corrente de fuga passará pelo DR e isso o impedirá de atuar.

Disjuntor DR tetrapolar

Disjuntor DR bipolar

Seu princípio de funcionamento é relativamente simples, a corrente que entra em um circuito é igual à corrente que sai desse mesmo circuito. Se a corrente que entra é diferente da corrente que sai do circuito, isso significa que houve uma fuga de corrente e nesse caso o DR secciona automaticamente a alimentação do circuito. Dessa forma, o dispositivo diferencial residual soma vetorialmente as correntes em um circuito e quando o valor é diferente de zero o circuito é seccionado para conferir proteção.

De acordo com a NBR-5410 o uso de dispositivo diferencial residual de alta sensibilidade (corrente diferencial residual nominal igual ou inferior a 30mA) é obrigatório nas seguintes situações:

1. Circuitos que servem a pontos situados em locais contendo banheiro ou chuveiro;
2. Circuitos que alimentam tomadas de corrente situadas em áreas externas a edificação;

3. Circuitos e tomadas de corrente situados em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior; e
4. 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.

Existe ainda para outras aplicações o disjuntor diferencial residual de baixa sensibilidade, que percebe apenas correntes de fuga superiores a 500 mA.

Extra baixa tensão

É definido como sendo extra baixa tensão aquela não superior a 50 V_{AC} ou 120 V_{CC}. Também é chamada de tensão de segurança e sua principal característica é a que se houver o contato com as partes energizadas desta instalação, não circulem correntes elétricas danosas pelo organismo humano.

A NBR 5410 apresenta as máximas tensões de contato em função do estado da pele do indivíduo, como segue:

Natureza da corrente	**Situação 1**	**Situação 2**	**Situação 3**
Alternada 15Hz – 1000Hz	50 V	25 V	12 V
Continua sem ondulação	120 V	60 V	30V
Situação	**1** – Definida como aquela em que a pele está seca. **2** – Passagem de corrente de uma mão a outra ou de uma mão a um pé, estando a pele úmida de suor, ou a passagem de corrente entre as duas mãos e os dois pés estando a pessoa com os pés molhados a ponto de se desprezar a resistência da pele e dos pés. **3**- Pessoas imersas em água (banheira ou piscinas)		

Os condutores do circuito de extra baixa tensão de segurança devem estar separados dos condutores de qualquer outro circuito; caso contrário, uma das seguintes condições deve ser atendida:

- Os condutores do circuito de extra baixa tensão devem ser dotados de cobertura, além de isolação básica.
- Os condutores do circuito a outras tensões devem ser separados por uma tela metálica aterrada ou por blindagem metálica aterrada.

  Quanto às tomadas de correntes, não deve ser possível inserir plugs de circuitos de extra baixa tensão de segurança em tomadas alimentadas sob outras tensões.
- **SELV** (Separated Extra-Low Voltage): Sistema de extra baixa tensão que é eletricamente separado da terra, de outros sistemas e de tal modo que a ocorrência de uma única falta não resulta em risco de choque elétrico.
- **PELV** (protected extra-low voltage): Sistema de extra baixa tensão que não é eletricamente separado da terra, mas que preenche, de modo equivalente, todos os requisitos de um SELV.

Barreiras e Invólucros

A proteção por barreira ou por invólucro tem o objetivo de impedir que pessoas ou animais toquem acidentalmente as partes vivas, e garantir que as pessoas sejam advertidas de que as partes acessíveis pela da abertura são vivas e não devem ser tocadas intencionalmente. Uma das formas de impedir que as pessoas toquem

acidentalmente as partes energizadas (vivas) de um circuito é colocando-as no interior de invólucros ou atrás de barreiras. As barreiras e invólucros devem ser fixados de forma segura e possuir robustez e durabilidade suficiente para apresentar apropriada separação das partes e manter o grau de proteção.

Bloqueios e Impedimentos

Bloqueio é a ação destinada a manter, por meios mecânicos, um dispositivo de manobra fixo numa determinada posição de forma a impedir uma ação não autorizada, em geral utilizando cadeados. Dispositivos de bloqueio são aqueles que impedem o acionamento ou religação de dispositivos de manobra (chaves, interruptores, etc.). É importante que tais dispositivos possibilitem mais de um bloqueio, ou seja, a inserção de mais de um cadeado, por exemplo, para trabalhos simultâneos de mais de uma equipe de manutenção.

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

As empresas devem possuir procedimentos padronizados do sistema de bloqueio, documentados e de conhecimento de todos os trabalhadores, além de etiquetas, formulários e ordens documentais próprias.

Obstáculos e Anteparos

Os obstáculos são destinados a impedir o contato involuntário com partes vivas, mas não o contato que pode resultar de uma ação deliberada e voluntária de ignorar ou contornar o obstáculo.

Os obstáculos devem impedir:

1. Uma aproximação física não intencional das partes energizadas.
2. Contatos não intencionais com partes energizadas durante atuações sobre o equipamento, estando o equipamento em serviço normal.

Os obstáculos podem ser removíveis sem o auxílio de ferramenta ou chave, mas devem ser fixados de forma a impedir qualquer remoção involuntária.

Isolamento das Partes Vivas

Todas as partes vivas de uma instalação elétrica devem possuir isolação que se dá por meio da cobertura dos condutores com material isolante (não condutor de eletricidade). O isolamento só pode ser removido por sua destruição. Um exemplo de isolamento de partes vivas é a cobertura de cabos flexíveis utilizados em instalações elétricas prediais, cuja isolação consiste geralmente de uma camada de um material termoplástico ou termofixo, geralmente XLPE, aplicado em todo o comprimento do condutor.

O isolamento deve ser compatível com os níveis de tensão do serviço. Ensaios, para aferir e certificar a qualidade desses isolamentos são regulamentados pela NBR 6813.

Esses dispositivos devem ser bem acondicionados para evitar o acúmulo de sujeira e umidade que comprometam a isolação e podem torná-los condutivos, devendo ser inspecionados e submetidos a testes periódicos.

Sobretensões transitórias, assim como sobrecarga podem danificar o isolamento de condutores em função do aquecimento causado pelas altas correntes.

Atenção especial deve ser dada às emendas, que juntamente com as conexões constituem as partes mais sensíveis de um circuito elétrico e devem garantir isolamento adequado ao nível de tensão.

Isolamento Duplo ou Reforçado

O objetivo da isolação dupla ou reforçada é propiciar uma segunda linha de defesa contra contatos indiretos. Comumente são utilizados sistemas de isolação dupla em alguns eletrodomésticos e ferramentas portáteis (furadeiras, lixadeiras, etc.). A simbologia que indica a isolação dupla são dois quadrados com lados diferentes um dentro do outro.

Um exemplo de dupla isolação está nos condutores de um padrão, em que além da isolação dos cabos, existe também a isolação conferida pelo eletroduto, por onde passam os cabos. A isolação reforçada é um tipo de isolação única que confere a mesma proteção que a isolação dupla. Os cabos com isolação reforçada podem ser instalados em locais inacessíveis sem a utilização de invólucros ou barreiras (eletrodutos, calhas fechadas, etc.).

Colocação Fora de Alcance

Este tipo de proteção destina-se apenas a impedir contatos involuntários com as partes vivas. A colocação fora de alcance consiste basicamente no estabelecimento de distâncias mínimas a serem obedecidas nas passagens destinadas à operação e/ou manutenção. As concessionárias de energia elétrica estabelecem por meio de suas ND's (normas de distribuição) o espaçamento mínimo entre a rede e as residências para que as pessoas estejam seguras quanto a contatos involuntários com o - SEP- Sistema Elétrico de Potência. A NBR 14039 estabelece os espaçamentos mínimos para instalações internas e externas.

Zona de Risco e Zona Controlada

Tabela de raios de delimitação de zonas de risco, controlada e livre.

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

Figura 1 - Distâncias no ar que delimitam radialmente as zonas de risco, controlada e livre

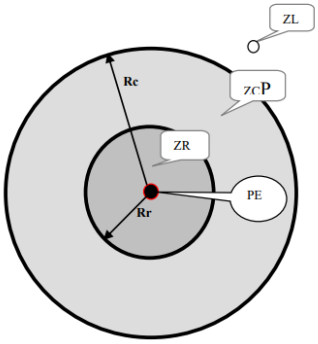
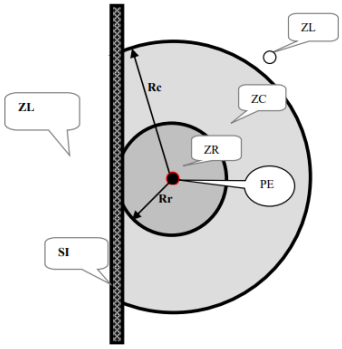


Figura 2 - Distâncias no ar que delimitam radialmente as zonas de risco, controlada e livre, com interposição de superfície de separação física adequada.



- ZL = Zona livre
- ZC = Zona controlada, restrita a trabalhadores autorizados.
- ZR = Zona de risco, restrita a trabalhadores autorizados e com a adoção de técnicas, instrumentos e equipamentos apropriados ao trabalho.
- PE = Ponto da instalação energizado.
- SI = Superfície isolante construída com material resistente e dotada de todos dispositivos de segurança.

Separação elétrica

Uma das medidas de proteção contra choques elétricos previstas na NBR 5410/2005, é a chamada "separação elétrica."

Utiliza de um transformador de separação conforme IEC 61558-2-4 e/ou conforme outras normas específicas da série IEC 61558, como a IEC 61558-2-5; ou uma fonte que assegure um grau de segurança equivalente ao do transformador de separação especificado acima, por exemplo um conjunto motor-gerador

Sendo o circuito separado isolado da terra, uma falha na isolação do equipamento alimentado, que tornasse viva sua massa, não resultaria em choque elétrico, pela inexistência de caminho para a circulação da hipotética corrente de falta, até aí, nenhuma diferença entre a separação individual e a que alimenta vários equipamentos.

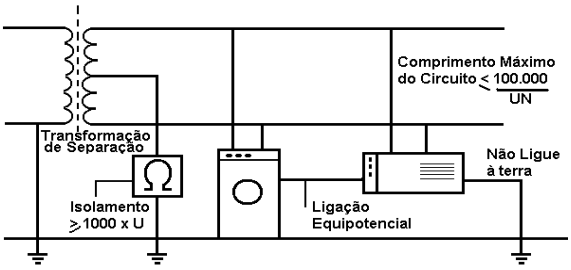
Ao contrário da proteção por seccionamento automático da alimentação, ela não se presta a uso generalizado.

Pela própria natureza, é uma medida de aplicação mais pontual. Isso não impediu que ela despertasse certa confusão entre os profissionais de instalações.
Alegam-se conflitos entre as disposições da medida e a prática de instalações.

O circuito separado constitui um sistema elétrico "ilhado". A segurança contrachoques que ele oferece baseia-se na preservação dessas condições.

Os transformadores de separação utilizados na alimentação de salas cirúrgicas também se destinam a criar um sistema isolado. Mas não é por ser o transformador de separação que seu emprego significa necessariamente proteção por separação elétrica.

Evitando-se a alimentação de vários equipamentos, descarta-se, por exemplo, o risco de contato simultâneo com massas que porventura se tornem vivas pela ocorrência de faltas envolvendo duas fases distintas.



Por isso a necessidade de equipotencialização (não aterrada!) entre massas quando o circuito separado alimenta mais um equipamento.
Além da equipotencialização das massas, é necessário que um dispositivo de proteção seccione automaticamente a alimentação do circuito separado, num tempo máximo estipulado.

ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA

Acidente do trabalho Acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte, ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

A incidência do acidente do trabalho ocorre em 3 hipóteses:

- Quando ocorrer lesão corporal;
- Quando ocorrer perturbação funcional ou;
- Quando ocorrer doença.

Consideram-se acidente do trabalho, as seguintes entidades mórbidas:

- **Doença profissional** –aquela desencadeada pelo exercício do trabalho peculiar a determinada atividade e constante da relação elaborada pelo Ministério do Trabalho e da Previdência Social;

- **Doença do trabalho** –aquela desencadeada em função de condições especiais em que o trabalho é realizado e com ele se relacione diretamente, constante da relação elaborada pelo Ministério do Trabalho e da Previdência Social.

Não são consideradas como doença do trabalho:
- A doença degenerativa;
- A inerente a grupo etário;
- A que não produza incapacidade laborativa;
- A doença endêmica adquirida por segurado habitante de região em que ela se desenvolva, salvo comprovação de que é resultante de exposição ou contato direto determinado pela natureza do trabalho.

Equiparam-se ainda, ao acidente do trabalho:
O acidente ligado ao trabalho que, embora não tenha sido a causa única, haja contribuído diretamente para a morte do segurado, para redução ou perda da sua capacidade para o trabalho, ou produzido lesão que exija atenção médica para a sua recuperação;

O acidente sofrido pelo segurado no local e no horário do trabalho, em consequência de:
- Ato de agressão, sabotagem ou terrorismo praticado por terceiro ou companheiro de trabalho;
- Ofensa física intencional, inclusive de terceiro, por motivo de disputa relacionada ao trabalho;
- Ato de imprudência, de negligência ou de imperícia de terceiro ou de companheiro de trabalho;
- Ato de pessoa privada do uso da razão;
- Desabamento, inundação, incêndio e outros casos fortuitos ou decorrentes de força maior;
- A doença proveniente de contaminação acidental do empregado no exercício de sua atividade;

O acidente sofrido pelo segurado ainda que fora do local e horário de trabalho:
- Na execução de ordem ou na realização de serviço sob a autoridade da empresa;
- Na prestação espontânea de qualquer serviço à empresa para lhe evitar prejuízo ou proporcionar proveito;
- Em viagem a serviço da empresa, inclusive para estudo quando financiada por esta, dentro de seus planos para melhor capacitação da mão-de-obra, independentemente do meio de locomoção utilizado, inclusive veículo de propriedade do segurado;
- No percurso da residência para o local de trabalho ou deste para aquela, qualquer que seja o meio de locomoção, inclusive veículo de propriedade do segurado.

Causas Diretas e Indiretas
Existem duas categorias gerais de riscos elétricos para as pessoas de acordo com o Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica.

- **Diretas:** Defeito no isolamento das instalações elétricas e contato com uma peça do cabo condutor sob tensão.
- **Indiretas:** Ligação súbita à rede de alimentação e falta inesperada de eletricidade.

Existem causas mais comuns para acidentes elétricos com condutores e ligações elétricas, são elas:

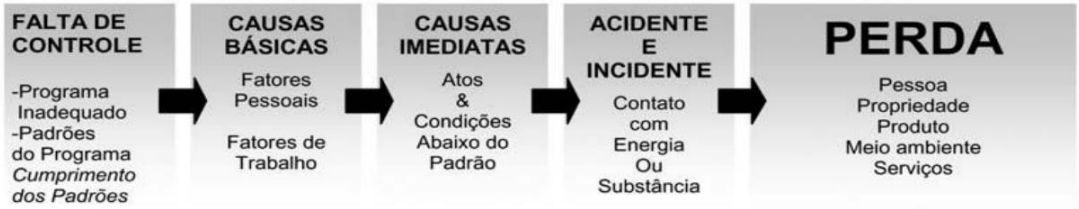
- Movimentar aparelhos ou equipamentos com cabos em tensão.
- Remover pelo cabo.
- Tomadas e fichas pisadas ou atiradas no chão.
- Cabos dobrados, arrastados, entalados, queimados, etc...
- Usar fitas adesivas para realizar isolamentos.
- Aquecer os cabos dos equipamentos elétricos.
- Usar equipamentos com cabos de ligação deteriorados.

Em ambientes domésticos os acidentes elétricos podem ocorrer muitas vezes devido a:

- Trabalhos sob tensão.
- Carga elevada das instalações.
- Candeeiros metálicos sem ligação à terra.
- Ausência de corrente.
- Restabelecimento da corrente.

Modelo causal de perdas

A ocorrência de um acidente ou incidente raramente é ocasionado apenas por um fator, mas sim por um conjunto de eventos que acabam levando a uma perda. O tipo e o grau dessas perdas variam de acordo com a gravidade de seus efeitos, que poderão ser insignificantes ou catastróficos, gerando custos para a empresa. Visando alcançar a menor quantidade possível de perdas, faz-se necessário conhecermos as causas que as geram, e, consequentemente, tentar evitá-las. Usaremos então, o Modelo Causal de Perdas abaixo, para exemplificar a sequência em que um acidente ou incidente pode acontecer.



GLOSSÁRIO

1. Alta Tensão (AT): tensão superior a 1000 volts em corrente alternada ou 1500 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra.

2. Área Classificada: local com potencialidade de ocorrência de atmosfera explosiva.

3. Aterramento Elétrico Temporário: ligação elétrica efetiva confiável e adequada intencional à terra, destinada a garantir a equipotencialidade e mantida continuamente durante a intervenção na instalação elétrica.

4. Atmosfera Explosiva: mistura com o ar, sob condições atmosféricas, de substâncias inflamáveis na forma de gás, vapor, névoa, poeira ou fibras, na qual após a ignição a combustão se propaga.
5. Baixa Tensão (BT): tensão superior a 50 volts em corrente alternada ou 120 volts em corrente contínua e igual ou inferior a 1000 volts em corrente alternada ou 1500 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra.
6. Barreira: dispositivo que impede qualquer contato com partes energizadas das instalações elétricas. **7. Direito de Recusa:** instrumento que assegura ao trabalhador a interrupção de uma atividade de trabalho por considerar que ela envolve grave e iminente risco para sua segurança e saúde ou de outras pessoas.
8. Equipamento de Proteção Coletiva (EPC): dispositivo, sistema, ou meio, fixo ou móvel de abrangência coletiva, destinado a preservar a integridade física e a saúde dos trabalhadores, usuários e terceiros. **9. Equipamento Segregado:** equipamento tornado inacessível por meio de invólucro ou barreira.
10. Extra-Baixa Tensão (EBT): tensão não superior a 50 volts em corrente alternada ou 120 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra.
11. Influências Externas: variáveis que devem ser consideradas na definição e seleção de medidas de proteção para segurança das pessoas e desempenho dos componentes da instalação.
12. Instalação Elétrica: conjunto das partes elétricas e não elétricas associadas e com características coordenadas entre si, que são necessárias ao funcionamento de uma parte determinada de um sistema elétrico.
13. Instalação Liberada para Serviços (BT/AT): aquela que garanta as condições de segurança ao trabalhador por meio de procedimentos e equipamentos adequados desde o início até o final dos trabalhos e liberação para uso.
14. Impedimento de Reenergização: condição que garante a não energização do circuito através de recursos e procedimentos apropriados, sob controle dos trabalhadores envolvidos nos serviços.
15. Invólucro: envoltório de partes energizadas destinado a impedir qualquer contato com partes internas.
16. Isolamento Elétrico: processo destinado a impedir a passagem de corrente elétrica, por interposição de materiais isolantes.
17. Obstáculo: elemento que impede o contato acidental, mas não impede o contato direto por ação deliberada.
18. Perigo: situação ou condição de risco com probabilidade de causar lesão física ou dano à saúde das pessoas por ausência de medidas de controle.
19. Pessoa Advertida: pessoa informada ou com conhecimento suficiente para evitar os perigos da eletricidade.
20. Procedimento: sequência de operações a serem desenvolvidas para realização de um determinado trabalho, com a inclusão dos meios materiais e humanos, medidas de segurança e circunstâncias que impossibilitem sua realização.
21. Prontuário: sistema organizado de forma a conter uma memória dinâmica de informações pertinentes às instalações e aos trabalhadores.
22. Risco: capacidade de uma grandeza com potencial para causar lesões ou danos à saúde das pessoas.
23. Riscos Adicionais: todos os demais grupos ou fatores de risco, além dos elétricos, específicos de cada ambiente ou processos de Trabalho que, direta ou indiretamente, possam afetar a segurança e a saúde no trabalho.

24. Sinalização: procedimento padronizado destinado a orientar, alertar, avisar e advertir.
25. Sistema Elétrico: circuito ou circuitos elétricos inter-relacionados destinados a atingir um determinado objetivo.
26. Sistema Elétrico de Potência (SEP): conjunto das instalações e equipamentos destinados à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica até a medição, inclusive.
27. Tensão de Segurança: extra baixa tensão originada em uma fonte de segurança.
28. Trabalho em Proximidade: trabalho durante o qual o trabalhador pode entrar na zona controlada, ainda que seja com uma parte do seu corpo ou com extensões condutoras, representadas por materiais, ferramentas ou equipamentos que manipule.
29. Travamento: ação destinada a manter, por meios mecânicos, um dispositivo de manobra fixo numa determinada posição, de forma a impedir uma operação não autorizada.
30. Zona de Risco: entorno de parte condutora energizada, não segregada, acessível inclusive acidentalmente, de dimensões estabelecidas de acordo com o nível de tensão, cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados e com a adoção de técnicas e instrumentos apropriados de trabalho.
31. Zona Controlada: entorno de parte condutora energizada, não segregada, acessível, de dimensões estabelecidas de acordo com o nível de tensão, cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados.