RECOMENDAÇÃO TÉCNICA DE PROCEDIMENTOS Nº 05

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS TEMPORÁRIAS EM CANTEIROS DE OBRAS

NR 18 - CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DO TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

3ª edição

RTP-05

FUNDACENTRO
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

Elaboração e revisão técnica:
Maurício José Viana – Engenheiro
(Fundacentro – Centro Regional do Nordeste)

Swylmar dos Santos Ferreira – Engenheiro
(Fundacentro – Centro Regional do Centro-Oeste)

RECOMENDAÇÃO TÉCNICA DE PROCEDIMENTOS Nº 05

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS TEMPORÁRIAS EM CANTEIROS DE OBRAS

(RTP-05)

NR 18 - CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DO TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

3ª edição

FUNDACENTRO
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

São Paulo

2023

©2023 dos autores
Todos os direitos desta edição reservados à Fundacentro.
Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.
Não permitida venda e/ou reprodução para fins comerciais.
Disponível também em: https://www.gov.br/fundacentro/pt-br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Serviço de Documentação e Bibliotecas — SDB / Fundacentro
São Paulo — SP
Erika Alves dos Santos CRB-8/7110

Viana, Maurício José

Recomendação técnica de procedimentos [texto] : instalações elétricas temporárias em canteiros de obras / elaboração e revisão técnica de Maurício José Viana, Swylmar dos Santos Ferreira. – 3. ed. – São Paulo : Fundacentro, 2023.
77 p. : il. color. ; 23 cm. - (RTP ; 05).

ISBN 978-65-88344-64-4

1. Canteiro de obras - Instalações elétricas temporárias - Segurança no trabalho. I. Ferreira, Swylmar dos Santos. II. Série.

CIS Hbac Hez As CDU 69.055:696.6:614.8

CIS – Classificação do "Centre International d'Informations de Sécurité et d'Hygiene du Travail"
CDU – Classificação Decimal Universal

Presidência da República
Luiz Inácio Lula da Silva

Ministério do Trabalho e Emprego
Luiz Marinho

Fundacentro
Presidência
Pedro Tourinho de Siqueira

Diretoria de Conhecimento e Tecnologia
Remígio Todeschini

Diretoria de Pesquisa Aplicada
Rogério Bezerra da Silva

Diretoria de Administração e Finanças
Karina Nunes Figueiredo

Produção editorial
Editora-chefe: Glaucia Fernandes
Preparação de originais: Karina Penariol Sanches
Revisão: Tikinet
Capa e diagramação: Graciela Muramaki Soluções Inteligentes
Ilustrações: Fabiana Rebelo Bez e Francisco Eduardo Gonçalves Silveira
Estruturação de desgin para edição de textos: Flávio Galvão

Referências normalizadas de acordo com as diretrizes da ABNT NBR 6023, 2ª edição, versão corrigida 2, de 24 de setembro de 2020

Prefácio

Esta terceira edição da Recomendação Técnica de Procedimentos nº 05 (RTP-05) incorpora as atualizações e inovações trazidas pela nova redação da NR 18 – Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção (BRASIL, 2020), as alterações da NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade (BRASIL, 2016), bem como as das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 5410 (ABNT, 2008), NBR 16384 (ABNT, 2020) e NBR 17018 (ABNT, 2023).

Direcionada a profissionais da área de segurança e saúde no trabalho, mais especificamente de segurança no trabalho com eletricidade, apresenta as seguintes modificações e avanços técnicos:

- revisão completa da recomendação técnica;
- princípios de controle de energias perigosas;
- prontuário de instalações elétricas;
- introdução a Programas de Gestão de Riscos Elétricos;
- equipamentos e instalações elétricas em áreas classificadas e em atmosferas explosivas e/ou inflamáveis;
- índice de proteção (proteção IP) para equipamentos elétricos;
- apêndice com documentação necessária, conforme NR 10 (BRASIL, 2016).

Apresentação à 3ª edição

As transformações tecnológicas, o surgimento de novas tecnologias e mudanças nas normatizações, somados à clara necessidade de atualização dos profissionais que atuam na área de eletricidade e da segurança do trabalho, tornaram imprescindíveis a revisão e a atualização desta RTP-05.

Esta 3ª edição fez-se necessária devido ao ritmo de mudanças nas normatizações, o que influiu diretamente na segurança do trabalho com eletricidade.

A adequação da RTP-05 às normas técnicas da ABNT como a NBR 16384: segurança em eletricidade - recomendações e orientações para trabalho seguro em serviços, com eletricidade, NBR IEC 61439-4: conjunto de manobra e comando de baixa tensão parte 4: requisitos particulares para conjuntos para canteiro de obras(CCO) e em especial a ABNT NBR 17018: instalações elétricas de baixa tensão - requisitos para instalações em locais especiais – instalações para canteiros de obras de construção e de demolição, as quais trazem requisitos específicos sobre instalação elétrica temporária em canteiro de obras, essenciais para o aprimoramento desta recomendação.

A NBR 17018, por exemplo, indica como novidades as medidas de proteção supletiva que não podem ser utilizadas em canteiros de obras, cita como devem ser usados os dispositivos DR como medidas de proteção contra choques elétricos, cita as medidas de proteção que não podem ser usadas em canteiros de obras, dentre outras novidades.

Esta 3ª edição possibilita aos profissionais de SST da área de eletricidade e de segurança do trabalho maior embasamento técnico relativo a instalações elétricas temporárias em canteiros de obras, o que é essencial para promover a segurança, a saúde e a qualidade de vida dos trabalhadores dessa atividade econômica.

Seu objetivo principal é orientar profissionais de segurança e saúde no trabalho (SST) e demais atores sociais presentes ou envolvidos nas atividades da indústria da construção quanto aos riscos relacionados às instalações elétricas temporárias nos canteiros de obras.

Com a presente publicação, a Fundacentro/Ministério do Trabalho e Emprego reafirma seu compromisso histórico com a produção e a disseminação de conhecimentos acerca das condições de trabalho, contribuindo para a promoção da segurança e da saúde dos trabalhadores nos ambientes laborais.

Apresentação

As transformações tecnológicas e o surgimento de novas tecnologias, somados à clara necessidade de atualização dos profissionais que atuam na área de eletricidade e da segurança do trabalho, tornaram imprescindível a revisão desta RTP-05.

Seu objetivo principal é orientar profissionais de segurança e saúde no trabalho (SST) e demais atores sociais presentes ou envolvidos nas atividades da indústria da construção quanto aos riscos relacionados às instalações elétricas temporárias nos canteiros de obras.

Desse modo, possibilitará a esses profissionais maior embasamento técnico relativo a instalações elétricas temporárias em canteiros de obras, o que é essencial para promover a segurança, a saúde e a qualidade de vida dos trabalhadores dessa atividade econômica.

Com a presente publicação, a Fundacentro/Ministério da Economia reafirma seu compromisso histórico com a produção e a disseminação de conhecimentos acerca das condições de trabalho, contribuindo para a promoção da segurança e da saúde dos trabalhadores nos ambientes laborais.

SUMÁRIO

1 Introdução 17
1.1 Choque elétrico: situação de grave risco 18
2 Choque elétrico 21
2.1 Percurso da corrente elétrica pelo corpo humano 21
2.2 Intensidade da corrente elétrica 23
2.3 Efeitos fisiológicos da eletricidade 24
3 Tipos de proteção contra choques elétricos 27
3.1 Proteção contra contatos diretos 27
3.1.1 Isolação das partes vivas 27
3.1.2 Barreiras ou invólucros 28
3.2 Proteção contra contatos indiretos 29
3.2.1 Dispositivo à corrente diferencial-residual (DR) 29
3.2.1.1 Princípio de funcionamento 30
3.2.1.2 Descrição 31
3.2.2 Uso do DR no esquema de aterramento TT 32
3.2.3 Aterramento elétrico 32
3.2.3.1 Sistema de aterramento 33
3.2.3.2 Secção mínima do condutor de proteção 35
3.2.3.3 Conexão dos eletrodos 36
4 Localização dos riscos elétricos 37
4.1 Quadros de distribuição 37
4.1.1 Quadro principal de distribuição 39
4.2 Controle de energias perigosas 40
4.2.1 Segurança e controle de energias perigosas 41
4.3 Instalações elétricas aéreas e subterrâneas 42
4.4 Plugues e tomadas 46
4.4.1 Plugues e tomadas blindadas 46
4.5 Iluminação temporária 48
4.6 Máquinas e equipamentos 49

5 Equipamentos de Proteção Individual (EPI) 51
6 Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) 53
6.1 Detector de tensão 53
6.2 Barreiras / invólucros / grades articuladas / bandeirolas / fitas / placas de sinalização / cones 54
7 Prontuário das Instalações Elétricas (PIE) 55
7.1 Estruturação do PIE 55
7.2 Programa de Gestão de Riscos Elétricos (PGE) 56
7.2.1 Medidas práticas para implementação do programa 57
7.2.2. Medidas práticas para a segurança dos trabalhadores 57
8 Equipamentos e instalações elétricas em locais definidos como áreas classificadas e atmosferas explosivas e/ou inflamáveis 59
8.1 Áreas classificadas em canteiros de obras 60
8.2 Atmosferas explosivas 60
8.3 Riscos aos trabalhadores em espaços confinados 61
9 Índice de Proteção (Proteção IP) 63
Apêndice 1 69
Apêndice 2 70
Apêndice 3 71
Apêndice 4 72
Referências 73

Lista de figuras

Figura 1 Percurso da corrente elétrica pelo corpo humano 22
Figura 2 Exemplo de proteção contra contatos diretos. 27
Figura 3 Exemplo de isolação com fita isolante. 28
Figura 4 Barreiras ou Invólucros. 29
Figura 5 Exemplo de proteção contra contatos indiretos. 29
Figura 6 Diagrama esquemático de DR. 31
Figura 7 Esquema de aterramento TT. 32
Figura 8 Haste de aço cobreado. 35
Figura 9 Exemplos de conectores de eletrodutos. 36
Figura 10 Exemplo de aterramento de haste única. 36
Figura 11 Diagrama de quadros de distribuição. 38
Figura 12 Sinalização de advertência 38
Figura 13a Quadro principal com isolação por anteparos. 39
Figura 13b Quadro intermediário de distribuição (móvel). 39
Figura 13c Quadro terminal fixo. 40
Figura 14a Bloqueio para disjuntores. 41
Figura 14b Bloqueio para plugues. 41
Figura 14c Bloqueio de quadro de distribuição terminal. 41
Figura 15 Distância mínima do solo para instalações elétricas aéreas. 42
Figura 16a Isoladores elétricos. 43
Figura 16b Isolador elétrico. 44
Figura 17 Condutor com dupla isolação. 44
Figura 18 Exemplo de instalação elétrica subterrânea em canteiros de obras. 45
Figura 19 Sinalização de rede elétrica subterrânea e supervisão por profissional habilitado. 45
Figura 20 Exemplos de plugues e tomadas 46

Figura 21 Tipos de tomadas industriais. 47
Figura 22 Iluminação blindada. 48
Figura 23 Exemplos de tipos de iluminação blindada. 48
Figura 25 Botina de couro para eletricistas. 51
Figura 26 Luvas isolante 51
Figura 27 Luvas em vaquet 51
Figura 28 Óculos de segurança. 52
Figura 29 Capacete de segurança para eletricistas. 52
Figura 30 Cinto de segurança. 52
Figura 31a Detector ou medidor de tensão (voltímetro). 53
Figura 31b Medidor de tensão. 53
Figura 32a Barreira 54
Figura 32b Invólucros 54
Figura 33 Cones de sinalização de perigo 54
Figura 34 Fluxograma de organização do PIE. 56
Figura 35 Organograma do PGE. 56
Figura 36 Sinalização de áreas classificadas. 59
Figura 37 Classificação de áreas perigosas pela NBR IEC 60079-10 (ABNT, 2016) 60
Figura 38 Exemplo de placa sinalizadora de atmosfera explosiva 61
Figura 39a GFCI portátil. 69
Figura 39b Interruptor de Circuito de Falha de Aterramento (GFCI) 69

Lista de Quadros

Quadro 1 Efeitos fisiológicos diretos da eletricidade 24
Quadro 2 Efeitos fisiológicos indiretos da eletricidade 25
Quadro 3 Materiais e tipos de eletrodutos x dimensões mínimas (...) 34
Quadro 4 Especificação de cores para plugues e tomadas. 47
Quadro 5 Disposição do código IP.....63
Quadro 6 Primeiro dígito do Código IP: (...).....64
Quadro 7 Segundo digito do Código IP: (...). 65

1
Introdução

Na indústria da construção, o choque elétrico é uma das principais causas de acidentes graves e fatais. Esse preocupante quadro, que gera situações de extrema gravidade para a segurança dos trabalhadores, dos equipamentos e das instalações, é decorrente da falta de projeto adequado e de dificuldades na execução e na manutenção das instalações elétricas temporárias dos canteiros de obras. Outro fator agravante é a execução dessas instalações por profissionais não qualificados.

Reduzir o quadro atual de acidentes de trabalho envolvendo instalações elétricas, diminuindo tanto o nível de perigo às pessoas, como as perdas de energia e os danos às instalações elétricas e aos bens, depende da adoção de novos métodos e dispositivos que permitam o uso seguro e adequado da eletricidade.

Para tanto, é preciso construir o projeto das instalações elétricas temporárias, que deve ser elaborado por profissional legalmente habilitado, mediante recolhimento da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), e executado por profissional qualificado. Esse projeto estabelece os requisitos e as condições para implementação de medidas de controle preventivas de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores nos canteiros de obras, a saber: detalhamento das proteções contra choques elétricos; localização dos quadros elétricos em planta baixa; diagrama unifilar e ART do profissional responsável.

Importante salientar que os pedidos de ligação de energia elétrica para o canteiro de obras junto à concessionária devem ser feitos mediante apresentação do projeto das instalações elétricas temporárias, que deve estar sempre atualizado e ficar à disposição das autoridades competentes.

Como requisitos essenciais de SST aos trabalhadores que lidam com eletricidade, o projeto deverá conter: planta baixa com locação dos pontos; caixa quadro; tubulações, quadros e fiação; quadro de cargas; o detalhamento das proteções contra choques elétricos; a localização dos quadros elétricos em planta baixa; diagrama unifilar com esquemas de circuitos, quadros e medidor; legenda de convenções; detalhes construtivos e a ART do profissional responsável.

É nesse contexto que esta RTP estabelece métodos básicos com vistas a proteger a integridade física e a saúde dos trabalhadores que direta ou

indiretamente interagem com as instalações elétricas temporárias e as atividades executadas nos canteiros de obras.

As orientações aqui apresentadas contemplam planejamento, organização, execução, manutenção e controle em conformidade com as normas NBR 5410 (ABNT, 2004) e NBR 16384 (ABNT, 2020), com a Portaria nº 3.214 (BRASIL, 1978), as Normas Regulamentadoras 10 (BRASIL, 1978, 2004, 2016) e 18 (BRASIL, 2020), bem como com outras normas vigentes.

1.1 Choque elétrico: situação de grave risco

Atualmente, existe a necessidade não apenas de se observar um conjunto de normas governamentais existentes na área de segurança e saúde no trabalho (SST), mas de se desenvolver, como um todo, as atividades prevencionistas para garantir níveis de segurança, saúde e bem-estar social.

Com vistas a atender à ideia de prevenção de riscos, deve-se obedecer a princípios como: combate de riscos na origem; organização do trabalho; priorização de proteções coletivas; treinamento (capacitação, qualificação) dos trabalhadores; conscientização dos empresários; e verificação constante do estado da arte da área (evolução técnica).

Como se trata de um produto de incontestável risco ao ser humano, principalmente para os que trabalham com ela, a eletricidade precisa ser respeitada e os riscos e perigos que a envolvem, conhecidos, sobretudo o choque elétrico.

Faz-se então necessário conhecer a diferença entre risco e perigo. Segundo ABNT-ISO 45001 (2018), temos como conceito: perigo como fonte potencial causadora de lesões e problemas de saúde. Esses perigos podem incluir fontes com potencial de causar danos ou situações perigosas ou circunstâncias com potencial de exposição, levando a lesões e problemas de saúde. Segundo a Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho o conceito de risco é a possibilidade, elevada ou reduzida, de alguém sofrer danos provocados pelo perigo.

Ainda dentro da conceituação da Agência Europeia, temos que avaliação de riscos é o processo que mede:

- os riscos para a segurança e a saúde dos trabalhadores decorrentes de perigos no local de trabalho. É, pois, uma análise sistemática de todos os aspectos do trabalho, que identifica:
- aquilo que é susceptível de causar lesões ou danos;

- a possibilidade de os perigos serem eliminados e, se tal não for o caso;
- as medidas de prevenção ou proteção que existem, ou deveriam existir, para controlar os riscos (AGÊNCIA EUROPEIA PARA A SEGURANÇA E A SAÚDE NO TRABALHO, 2008, p. 1).

Recomenda-se que, para essa análise ou avaliação, sejam seguidas normas de apreciação e redução de riscos no ambiente de trabalho.

2
Choque elétrico

O choque elétrico pode ocorrer de duas formas:

- **contato direto**: é o contato de pessoas e animais diretamente com partes energizadas de uma instalação elétrica, ou
- **contato indireto**: é o contato de pessoas e animais com partes metálicas (equipamentos) ou elementos condutores que, por falha de isolação, ficaram acidentalmente energizados.

Independentemente de como ocorre, é definido como a passagem de uma corrente elétrica pelo organismo humano, chamada corrente de choque. Ela circula pelo corpo e pode provocar efeitos de importância e gravidade variáveis, até mesmo fatais, que dependem de algumas condições, descritas a seguir:

- intensidade da corrente elétrica;
- tempo de exposição a ela;
- percurso da corrente de choque pelo corpo humano;
- condições orgânicas do indivíduo.

Duas dessas condições merecem destaque: percurso e intensidade.

2.1 Percurso da corrente elétrica pelo corpo humano

Importante destacar que o percurso da corrente elétrica pelo corpo humano depende da posição de contato do indivíduo com a instalação (circuito) energizada ou que venha a ficar energizada, podendo ser o mais variado possível.

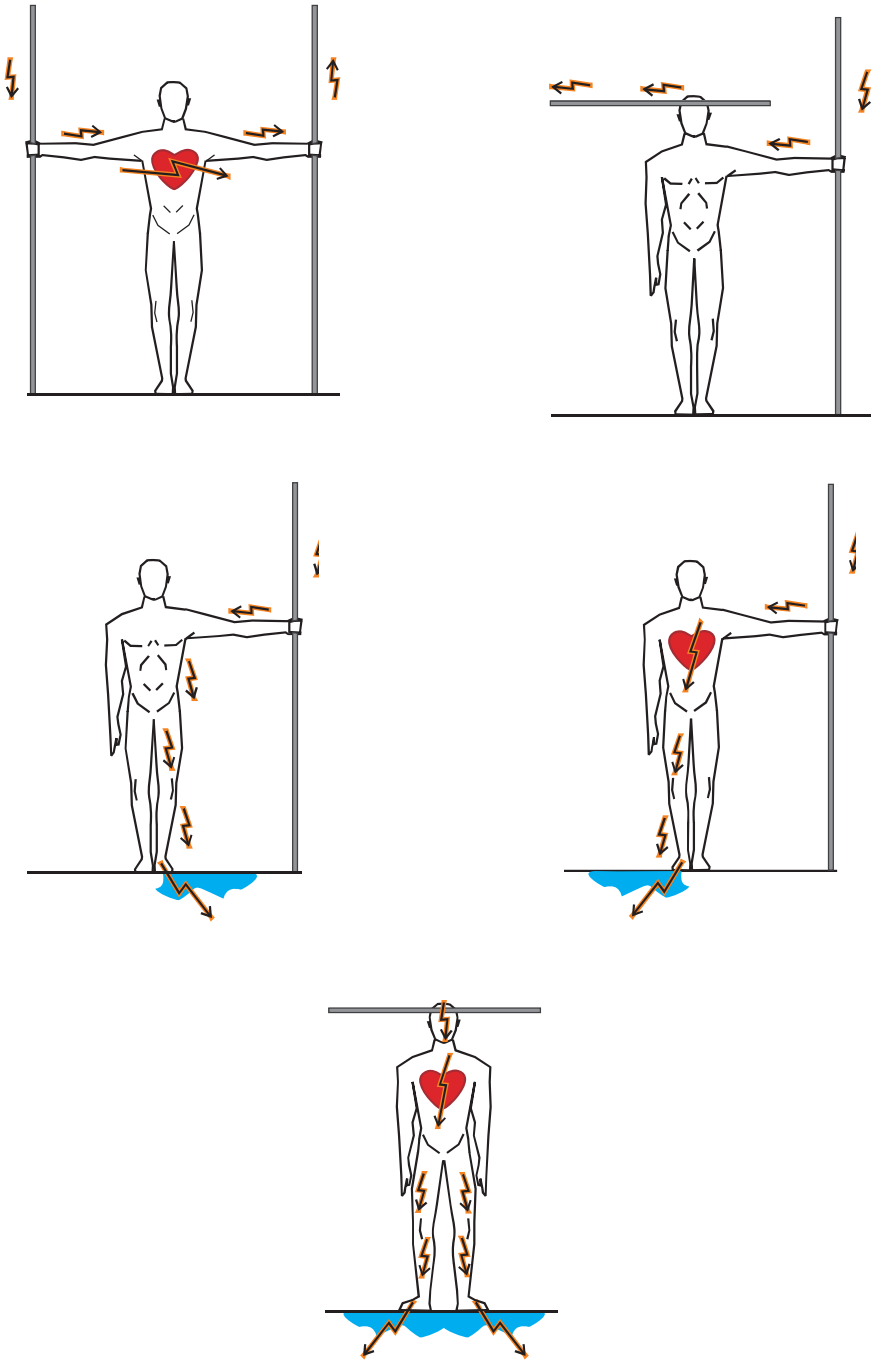


Figura 1 Percurso da corrente elétrica pelo corpo humano

2.2 Intensidade da corrente elétrica

Como mencionado, os efeitos da corrente de choque no corpo humano, bem como sua gravidade, dependem de determinadas condições, sendo uma delas a intensidade da corrente elétrica com a qual o indivíduo entra em contato (direto ou indireto).

Antes, porém, de compreender os efeitos em função da intensidade da corrente elétrica, é preciso conhecer alguns conceitos básicos:

a. Limiar de percepção

É a menor corrente que sensibiliza o corpo humano.

b. Tetanização

É a paralisia muscular provocada pela circulação de correntes elétricas pelos tecidos nervosos que controlam os músculos.

c. Parada respiratória

Ocorre quando a tetanização envolve os músculos peitorais, bloqueando os pulmões e parando a função vital de respiração.

d. Asfixia

Ocorre quando os músculos ligados à respiração se contraem e/ou os centros nervosos que comandam a função respiratória paralisam por conta de correntes elétricas superiores ao limite de largar. Se a corrente elétrica permanece, o indivíduo perde a consciência e morre sufocado.

e. Fibrilação ventricular

Se a corrente elétrica atinge diretamente o músculo cardíaco, pode perturbar seu funcionamento regular: os impulsos periódicos, que em condições normais regulam as contrações (sístole) e as expansões (diástole), são alterados e o coração vibra desordenadamente.

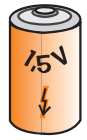
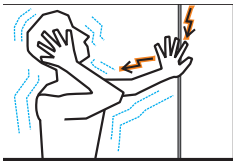
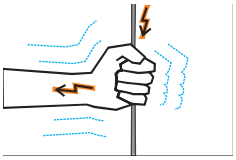
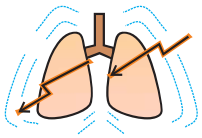
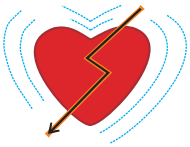
f. Queimadura

A passagem da corrente elétrica pelo corpo humano gera calor, que provoca queimaduras de diferentes gravidades, a depender da intensidade e do tempo de contato com a corrente elétrica. Em altas tensões, os efeitos térmicos produzem destruição de tecidos superficiais e/ou profundos, artérias, centros nervosos, além de causar hemorragias.

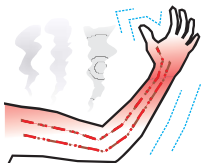
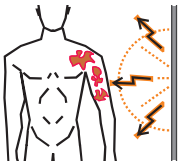
2.3 Efeitos fisiológicos da eletricidade

Os efeitos fisiológicos decorrentes do choque elétrico podem ser diretos ou indiretos, como observado nos Quadros 1 e 2 a seguir:

Quadro 1 Efeitos fisiológicos diretos da eletricidade

Intensidade	Efeito	Causas	
1 a 3 mA	Percepção	A passagem da corrente provoca formigamento. Não existe perigo.	
3 a 10 mA	Eletrização	A passagem da corrente provoca movimentos.	
10 mA	Tetanização	A passagem da corrente provoca contrações musculares, agarramento ou repulsão.	
25 mA	Parada Respiratória	A corrente atravessa o cérebro.	
25 a 30 mA	Asfixia	A corrente atravessa o tórax.	
60 a 75 mA	Fibrilação Ventricular	A corrente atravessa o coração.	

Quadro 2 Efeitos fisiológicos indiretos da eletricidade

Efeito	Causas	
Transtornos cardiovasculares	O choque elétrico afeta o ritmo cardíaco: infarto, taquicardia etc.	
Queimaduras internas	A energia dissipada produz queimaduras internas: coagulação, carbonização.	
Queimaduras externas	Produzidas por arco elétrico a 4.000 °C.	
Outros transtornos	Consequências da passagem da corrente.	Auditivo, ocular nervoso, renal

3

Tipos de proteção contra choques elétricos

A principal medida de proteção contra choques elétricos é a desenergização elétrica. Existem duas formas de proteção: contra contatos direto e contra contatos indiretos, como se observa a seguir.

3.1 Proteção contra contatos diretos

Os trabalhadores devem ser protegidos contra os perigos que possam resultar de contato com partes vivas da instalação, tais como condutores nus ou descobertos, terminais de equipamentos elétricos etc.

A proteção contra contatos diretos deve ser assegurada por meio de:

- isolação das partes vivas;
- barreiras ou invólucros;

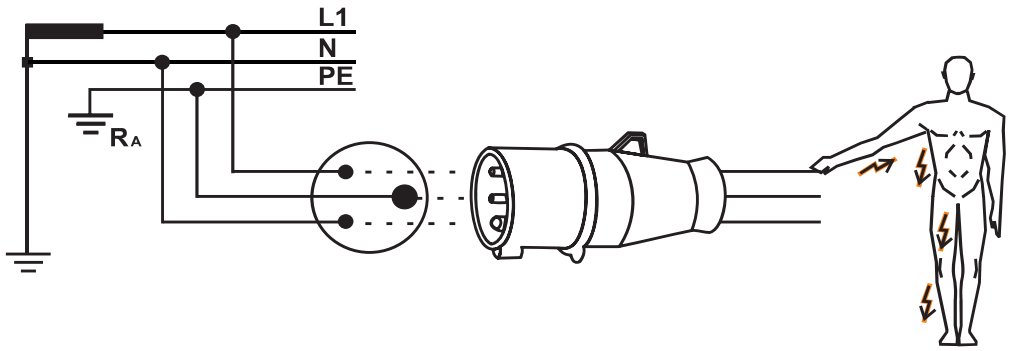


Figura 2 Exemplo de proteção contra contatos diretos.

3.1.1 Isolação das partes vivas

Para impedir todos os contatos com as partes vivas da instalação elétrica, deve-se fazer o recobrimento total por isolação que somente possa ser removida mediante sua destruição.

As isolações dos componentes de uma instalação elétrica têm papel fundamental na proteção contra choques elétricos e são divididas em três tipos:

- básica: aplicada às partes vivas para assegurar o mínimo de proteção.

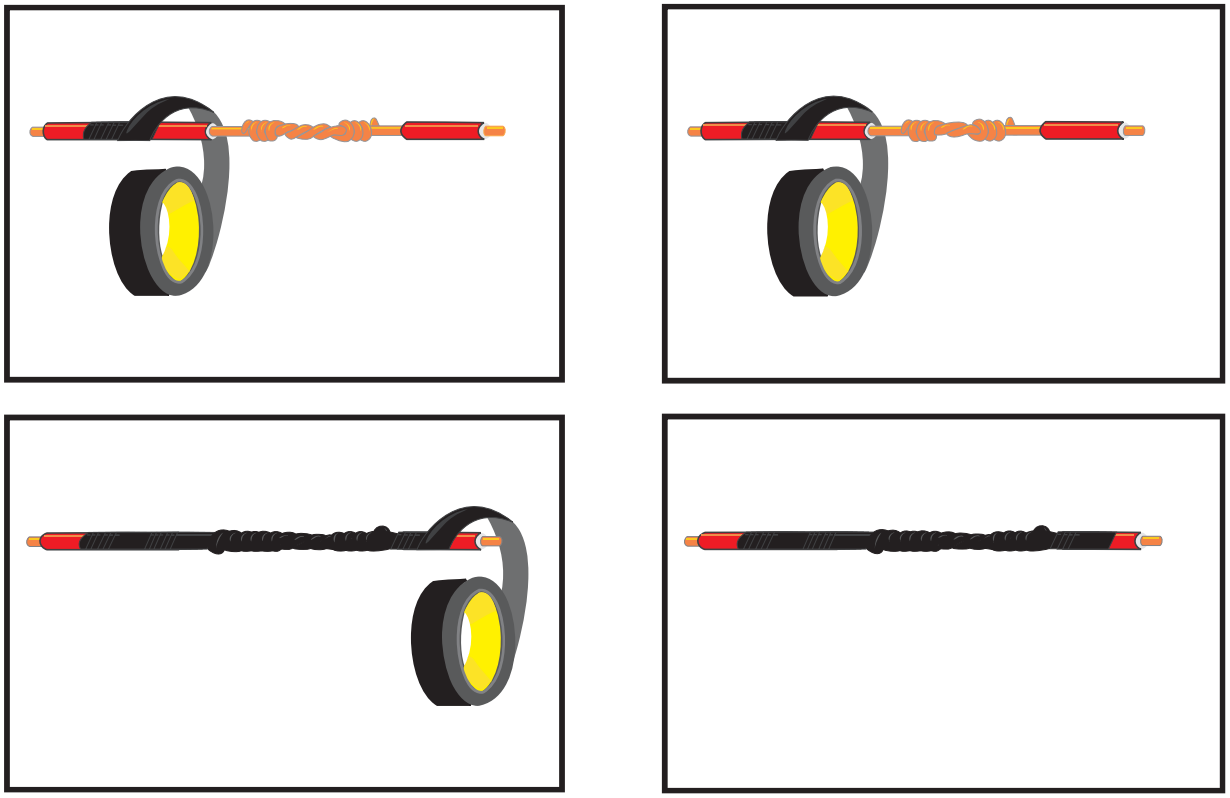


Figura 3 Exemplo de isolação com fita isolante.

- suplementar: destinada a assegurar a proteção contra choques elétricos no caso de falha da isolação básica.
  Ex.: Isolamento com fita isolante complementada por mangueira isolante.
- dupla: composta por isolação básica e suplementar.
  Ex.: Cabo com dupla isolação.
- reforçada: aplicada sobre partes vivas, tem propriedades equivalentes às da isolação dupla.

O recobrimento total por isolação deve ter as mesmas características do isolamento original do cabo.

3.1.2 Barreiras ou invólucros

São destinados a impedir todos os contatos com as partes vivas da instalação elétrica, sendo que as partes vivas devem estar no interior de invólucros ou atrás de barreiras.

Para instalação de barreiras ou invólucros, a rede elétrica deverá ser desligada.

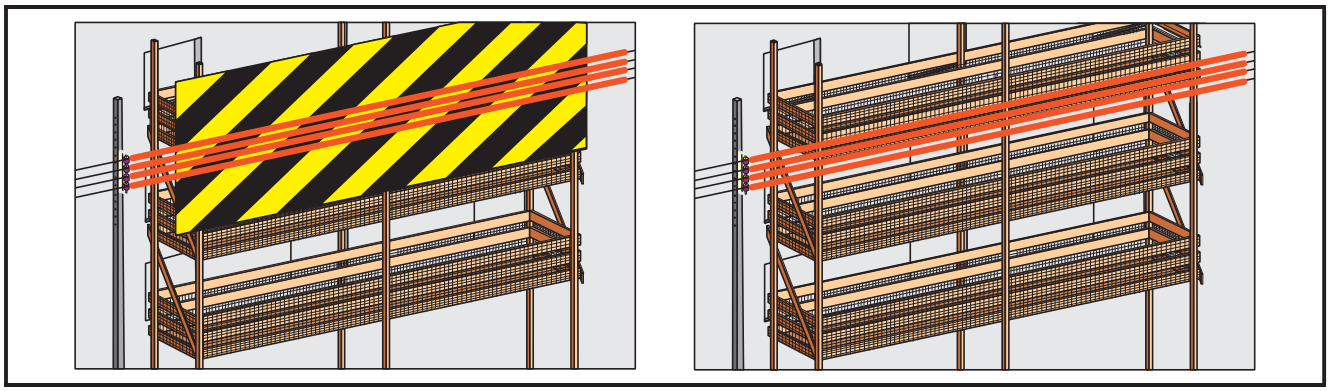


Figura 4 Barreiras ou Invólucros.

3.2 Proteção contra contatos indiretos

Para proteger os trabalhadores dos perigos que possam resultar de contato com massas colocadas acidentalmente sob tensão, deve haver o desligamento rápido da fonte por disjuntor ou fusível ou por dispositivo à corrente diferencial-residual (DR).

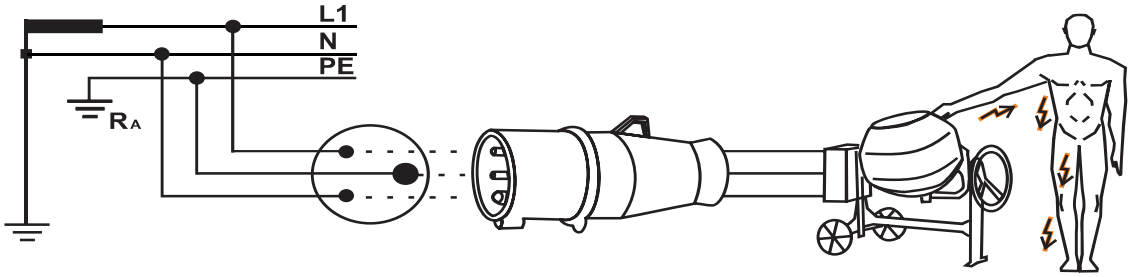
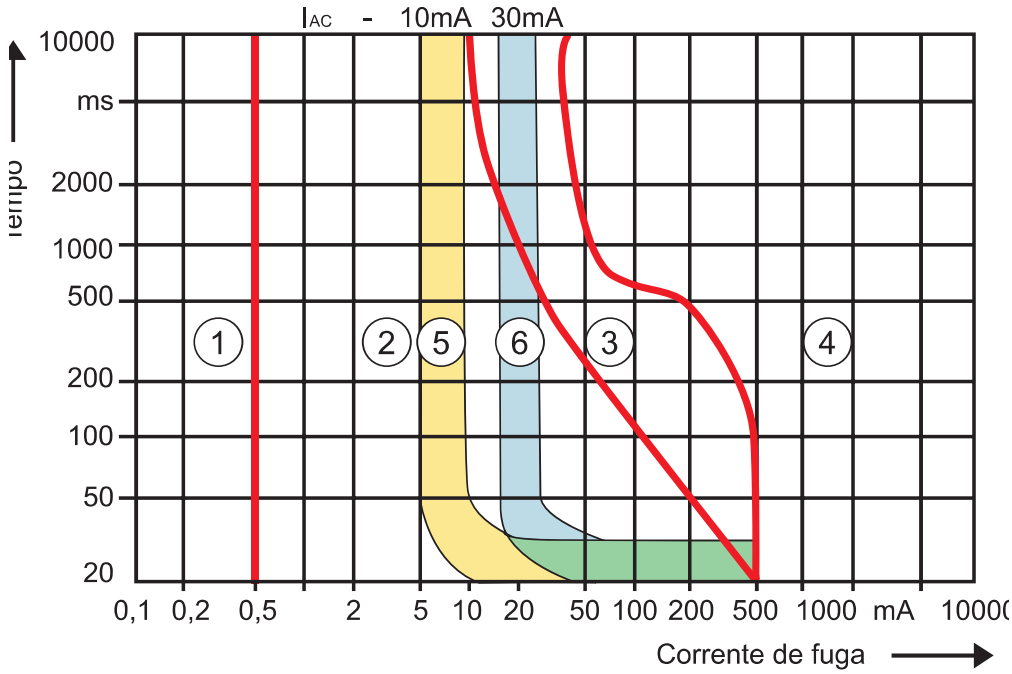


Figura 5 Exemplo de proteção contra contatos indiretos.

3.2.1 Dispositivo à corrente diferencial-residual (DR)

Esses dispositivos, de aplicação específica na proteção contra a corrente de fuga, são o meio mais eficaz de proteger pessoas e animais contra choques elétricos. Eles permitem o uso seguro e adequado da eletricidade, reduzindo o nível de perigo às pessoas, as perdas de energia e os danos às instalações. Porém, não dispensam outros elementos de proteção, como disjuntores, fusíveis etc.



Zona ①

Nenhum efeito perceptível (continua).

Zona ②

Efeitos fisiológicos geralmente não danosos

Zona ③

Efeitos fisiológicos notáveis (parada cardíaca, parada respiratória, contrações musculares), geralmente reversíveis

Zona ④

Elevada probabilidade de efeitos fisiológicos graves e irreversíveis (fibrilação cardíaca, parada respiratória)

Zona ⑤ ⑥

Faixas de atuação dos Dispositivos DR ou Disjuntores DR

Gráfico 1 Zonas tempo x corrente e os efeitos sobre as pessoas.
Fonte: IEC (1994). (Conclusão)

3.2.1.1 Princípio de funcionamento

Os dispositivos DR podem ser divididos em três partes:

a) transformador toroidal;
b) disparador para conversão de grandeza elétrica em ação mecânica;
c) mecanismo móvel com elementos de contato.

O princípio de funcionamento desses dispositivos é decorrente da aplicação da Lei de Kirchhoff, ou seja, em uma instalação sem defeito, a soma geométrica das correntes nos condutores de fase e neutro é nula. Logo, o campo magnético gerado é nulo e a tensão induzida no secundário do transformador também será nula, não havendo, portanto, grandeza elétrica residual para conversão em ação mecânica.

A detecção dessa diferença é feita por um núcleo ferromagnético que envolve os condutores (menos o condutor de proteção – PE) e que tem um enrolamento no qual, em condições normais, não circula qualquer corrente. Se houver uma diferença entre as correntes de entrada e de saída, surgirá uma tensão entre os terminais desse enrolamento, que acionará um eletroímã, que por sua vez abrirá o circuito principal.

A corrente convencional de atuação do DR é representada por IΔn**.** Um DR de corrente nominal de 30 mA oferece proteção contra contatos indiretos e, se a corrente nominal for menor ou igual a 30 mA, protegerá também contra choques diretos.

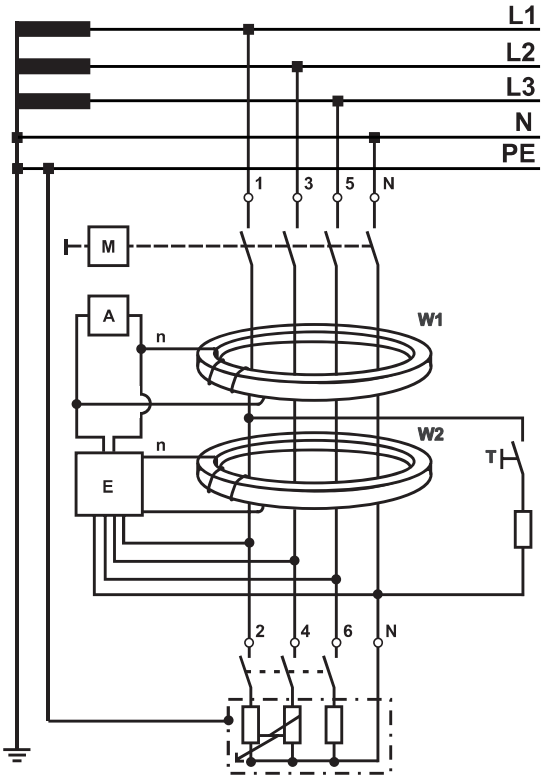


Figura 6 Diagrama esquemático de DR.

3.2.1.2 Descrição

Os dispositivos DR são aqueles capazes de detectar a corrente diferencial-residual de um circuito elétrico e provocar seu seccionamento automático caso a corrente ultrapasse o valor especificado de atuação do dispositivo DR, isto é, a corrente

diferencial-residual nominal de atuação.

Esses dispositivos asseguram a proteção contra tensões de contato perigosas provenientes de:

- defeitos de isolamento em aparelhos ligados à terra;
- contatos indiretos com o terra da instalação ou parte dela;
- contatos indiretos com partes ativas da instalação;
- curto-circuito com o terra cuja corrente atinge o valor nominal – "proteção contra incêndio".

3.2.2 Uso do DR no esquema de aterramento TT

O esquema de aterramento utilizado em canteiros de obras é o TT. Nele, existe um ponto de alimentação (geralmente o secundário do transformador com seu ponto neutro) diretamente aterrado, estando as massas da instalação ligadas a um eletrodo de aterramento, mas independente deste, provido de proteção complementar a ser instalada nas derivações da instalação (circuitos terminais), utilizando dispositivo DR para a proteção contra contatos indiretos por seccionamento automático.

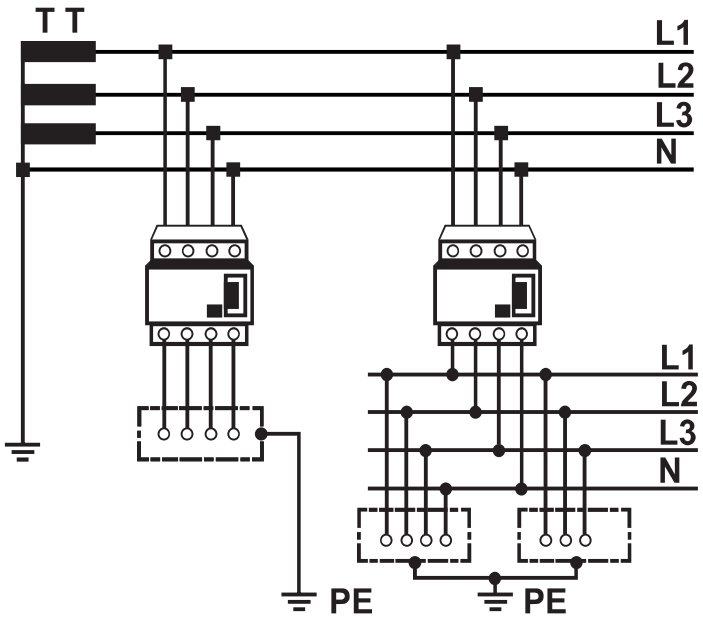


Figura 7 Esquema de aterramento TT.

3.2.3 Aterramento elétrico

Aterramento elétrico é a ligação intencional com a terra, isto é, com o solo, considerado um condutor através do qual a corrente elétrica pode fluir, difundindo-se. Toda instalação ou peça condutora que não faça parte dos circuitos elétricos, mas que, eventualmente, possa ficar sob tensão, deve ser aterrada, desde que esteja

em local acessível a contatos.

É recomendável utilizar o aterramento constante do projeto elétrico definitivo para as instalações elétricas temporárias. O condutor de aterramento deve estar disponível em todos os andares, em todos os quadros de distribuição.

3.2.3.1 Sistema de aterramento

É o conjunto de condutores, hastes e conectores interligados, circundados por elementos que dissipam para a terra as correntes impostas nesse sistema.

Os principais tipos de sistema de aterramento são:

1. apenas uma haste cravada no chão;
2. hastes dispostas triangularmente;
3. hastes em quadrado;
4. hastes alinhadas;
5. placas metálicas enterradas no solo;
6. eletrodos de fundação encapsulados em concreto;
7. fios ou cabos enterrados no solo, formando várias configurações:
    - quadrado formando uma malha de terra;
    - em cruz;
    - estendido em vala;
    - em estrela.

O projeto do sistema de aterramento deve ser desenvolvido de acordo com normas da ABNT, elaborado por profissional legalmente habilitado e executado por trabalhador qualificado.

O sistema de aterramento deve ser sempre dimensionado, levando em conta a segurança das pessoas e a sensibilidade dos equipamentos, como observado no Quadro 3 a seguir, e ser composto das seguintes etapas:

1. definição do local de aterramento;
2. medições de resistividade no local definido;
3. estratificação do solo.

A manutenção deve ser executada periodicamente para evitar corrosão e oxidação de seus componentes.

Quadro 3 Materiais e tipos de eletrodutos x dimensões mínimas (eletrodos diretamente enterrados)

Material	Superfície	Forma	Dimensões mínimas			
			Diâmetro (mm)	Seção (mm^2)	Espessura do material (mm)	Espessura média do revestimento (µm)
Aço	Zincada a quente ou inoxidável **(pode ser embutido no concreto)**	Fita **(com cantos arredondados)**	--	100	3	70
		Perfil	--	120	3	70
		Haste de seção circular **(eletrodos de profundidade)**	15	--	--	70
		Cabo de seção circular	--	95	--	50
		Tubo	25	--	2	55
	Capa de cobre	Haste de seção circular **(eletrodos de profundidade)**	15	--	--	2000
	Revestida de cobre por eletrodeposição	Haste de seção circular **(eletrodos de profundidade)**	15	--	--	254
Cobre	Nu **(pode ser embutido no concreto)**	Fita	--	50	2	--
		Cabo de seção circular	--	50	--	--
		Cordoalha	1, 8(cada veio)	50	--	--
		Tubo	20	--	2	--
	Zincado	Fita **(com cantos arredondados)**				

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 5410, 2008

Exemplo:

- **haste:** de aço cobreado;
- **comprimento:** 2 m ou 2,40 m;
- **secção:** cilíndrica com diâmetro de 15 mm;
- **condutor:** cobre, preferencialmente nu

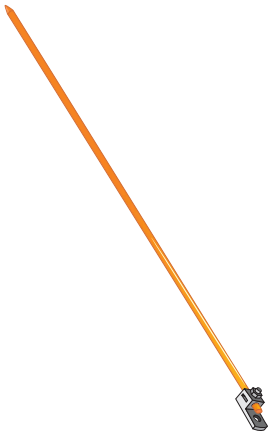


Figura 8 Haste de aço cobreado.

3.2.3.2 Secção mínima do condutor de proteção

A secção de condutores deve seguir um critério mínimo, como observado na Tabela 1.

Tabela 1 Secção mínima do condutor de proteção

Secção dos condutores fase da instalação S (mm^2)	Secção mínima do condutor de proteção correspondente – Sp (mm^2)
$S \leq 16$	$Sp = S$
$16 < S = 35$	$S = 16$
$S > 35$	$Sp = S/2$

Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 5410, 2008

Observações:

Conforme descrito na ABNT NBR 5410, a secção de qualquer condutor de proteção que não faça parte do mesmo cabo ou do mesmo invólucro que os condutores vivos deve ser, em qualquer caso, não inferior a:

a) 2,5 mm^2, se possuir proteção mecânica;

b) 4,0 mm^2, se não possuir proteção mecânica.

Na conexão do condutor de proteção com a massa, a conexão não pode ter materiais isolantes (ex.: tinta).

A parte superior da haste deve situar-se a uma profundidade de, no mínimo, 0,5 m (cinquenta centímetros), a fim de evitar possíveis danos

3.2.3.3 Conexão dos eletrodos

Existem três modos de conectar os eletrodos:

- dispositivos mecânicos: apesar de apresentarem problemas de corrosão, quando devidamente protegidos, têm desempenho satisfatório. Sua principal vantagem é a facilidade de desconexão, instalação e disponibilização nas lojas do ramo;
- solda exotérmica: ideal para ligações diretas ao solo por se tratar de conexão permanente. Elimina problemas de corrosão e resistência de contato, mas deve ser executada por mão de obra especializada;
- conexões por compressão: apresentam baixa resistência de contato, mas não podem ser desconectadas para medição da resistência de aterramento.

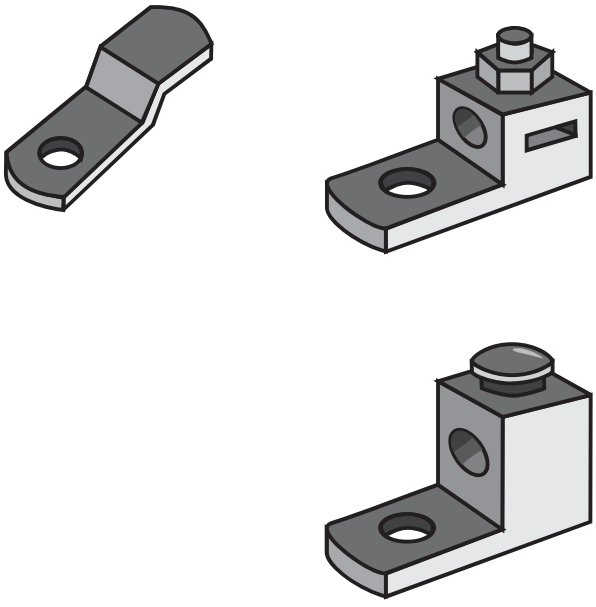


Figura 9 Exemplos de conectores de eletrodutos.

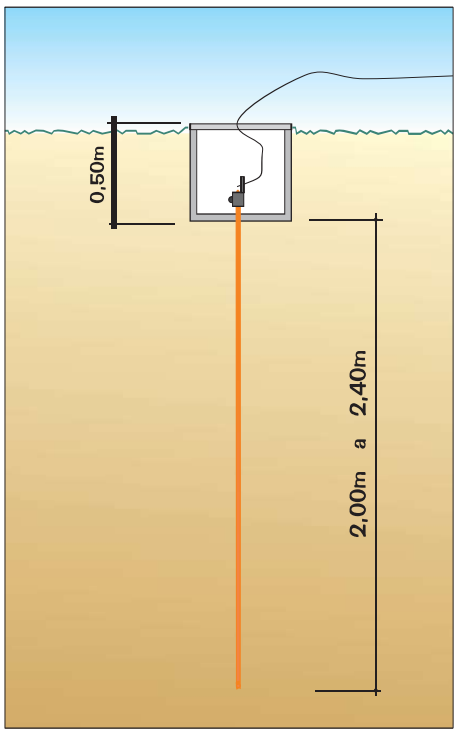


Figura 10 Exemplo de aterramento de haste única.

4

Localização dos riscos elétricos

O trabalho próximo a redes elétricas energizadas, internas ou externas ao canteiro de obra, só é permitido quando essas redes estiverem protegidas contra contatos acidentais, diretos ou indiretos de trabalhadores e equipamentos. Essa proteção deve ser estendida contra o risco de indução.

Entre os locais de maior risco de acidentes com energia elétrica em canteiros de obras estão: quadros de distribuição principal, intermediária e terminal; dispositivos de proteção e manobra; instalações aéreas e subterrâneas; plugues e tomadas; iluminação temporária; máquinas e equipamentos.

4.1 Quadros de distribuição

Nos canteiros de obras da indústria da construção, a distribuição de energia elétrica deve ser feita por intermédio dos quadros elétricos de distribuição que, conforme suas características, podem ser: principal de distribuição, intermediário de distribuição e terminal de distribuição, sendo esse último fixo e/ou móvel.

Os quadros de distribuição devem ser identificados e sinalizados quanto ao risco elétrico, ter classe de proteção e seus circuitos identificados internamente (diagrama unifilar).

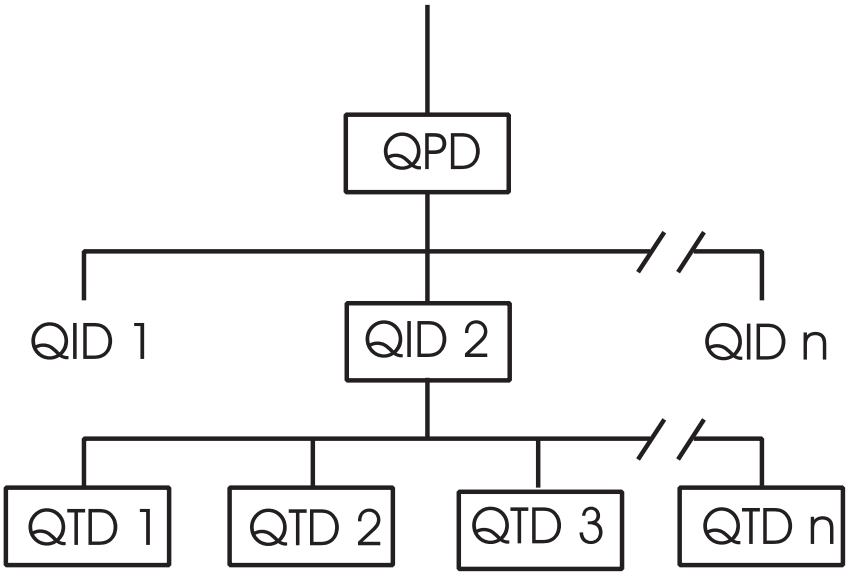


Figura 11 Diagrama de quadros de distribuição

Quando as carcaças dos quadros de distribuição forem condutoras, devem ser devidamente aterradas, conforme recomendação do item 3.2.3 desta RTP.

Os quadros de distribuição devem ter sinalização de advertência alertando sobre os riscos presentes naquele local, conforme apresentado na Figura 12. Além disso, outros cuidados são necessários, como não se localizarem em pontos de passagem de pessoas, materiais e equipamentos e ser vedada a guarda de objetos e materiais dentro deles.



Figura 12 Sinalização de advertência

Os conjuntos de proteção manobra, controle e comando (CCO) devem ser compatíveis com os circuitos elétricos em operação e possuir locais apropriados para colocação de dispositivos de bloqueio e sinalização de impedimento de religação, conforme item 4.2 desta RTP, e devem atender aos requisitos da ABNT NBR IEC 61439-4.

Conjuntos (CCO) com uso destinado a canteiros de obras podem estar abrigados ou ao tempo, em locais de trabalho temporários, onde são realizados trabalhos de construção, instalação, conserto, demolição, escavações, podendo ser transportável ou móvel com invólucro.

4.1.1 Quadro principal de distribuição

Especificamente em relação ao quadro principal de distribuição, por ser destinado a receber energia elétrica alimentada pela rede pública da concessionária, representando um risco ainda maior de choque elétrico, é preciso que a área onde se localiza seja isolada por anteparos rígidos, devidamente sinalizados, de forma a garantir somente o acesso de trabalhadores autorizados.

Além disso, essa área deve estar permanentemente limpa, não sendo permitido o depósito de materiais no seu interior.

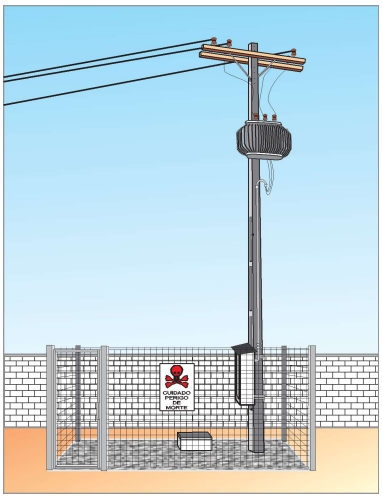


Figura 13a Quadro principal com isolação por anteparos.

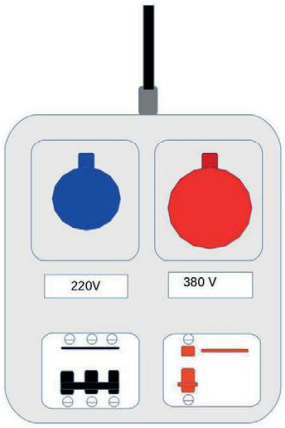


Figura 13b Quadro intermediário de distribuição (móvel).
Fonte: Produção dos próprios autores.

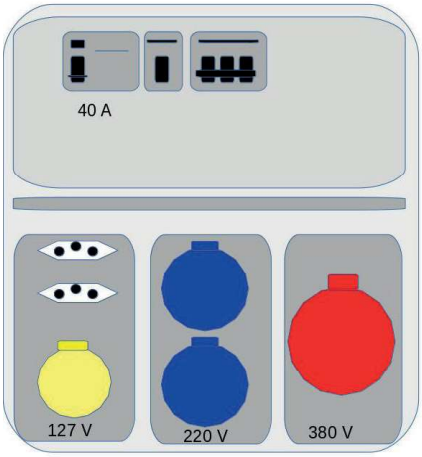


Figura 13c Quadro terminal fixo.
Fonte: Produção dos próprios autores.

4.2 Controle de energias perigosas

A eletricidade é uma energia perigosa e, portanto, os cuidados necessários para seu controle devem ser tomados, cumprindo a legislação pertinente.

O controle de energias perigosas pode ser visto dentro do Programa de Gestão de Riscos Elétricos (PGE), que é parte integrante do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), e tem como objetivo proteger trabalhadores da liberação inesperada de energia enquanto executam suas funções em seus diversos processos de trabalho em componentes, instalações, máquinas e equipamentos.

Esse controle deve seguir as seguintes etapas, nesta ordem:

1. preparação do desligamento do equipamento ou sistema e a devida comunicação a respeito a todos os trabalhadores envolvidos;
2. desligamento ou neutralização dos equipamentos ou sistemas que possam intervir na atividade;
3. isolamento ou desenergização das fontes de energia do equipamento ou sistema;
4. bloqueio;
5. etiquetagem;
6. liberação ou controle das energias armazenadas (KULCSAR; SOBRAL, 2014).

Quando da manutenção das instalações elétricas, a energização acidental do circuito deve ser impedida através de dispositivos de segurança adequados. É recomendável dotar os quadros de distribuição e plugues com bloqueio, conforme Figuras 14a, 14b e 14c, estando a chave sob responsabilidade do eletricista que realiza o reparo na instalação. Deve-se também utilizar sinalização indicativa da execução do trabalho.



Figura 14a Bloqueio para disjuntores.

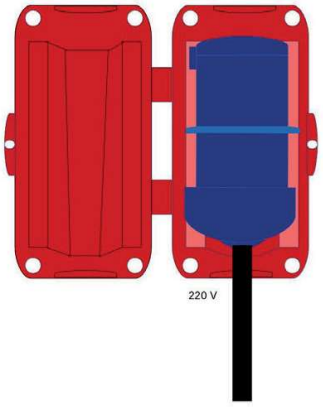


Figura 14b Bloqueio para plugues.
Fonte: Produção dos próprios autores.

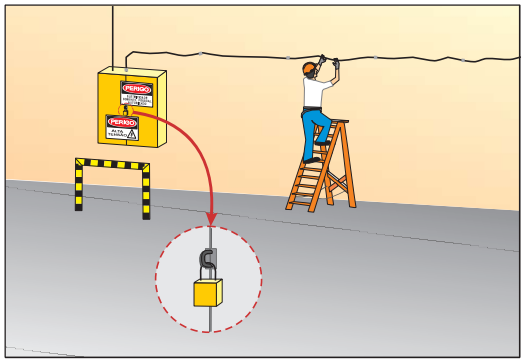


Figura 14c Bloqueio de quadro de distribuição terminal.

4.2.1 Segurança e controle de energias perigosas

É importante observar que os circuitos energizados em alta tensão e extra baixa tensão devem ser instalados em separado dos circuitos energizados em baixa tensão, respeitadas as definições de projetos.

Quando existirem salas de controle e comando e locais da instalação de transformadores em canteiros de obras, estes devem ser separados por barreiras físicas, sinalizadas e protegidas contra o acesso de pessoas não autorizadas.

Além disso, os canteiros de obras devem ter sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), projetado, construído e mantido conforme normas técnicas nacionais vigentes, podendo ser dispensado nas situações previstas nas normas mediante laudo emitido por profissional legalmente habilitado.

Quando da montagem de estruturas metálicas, havendo a possibilidade de acúmulo de energia estática, a estrutura deve ser aterrada desde o início da montagem.

4.3 Instalações elétricas aéreas e subterrâneas

As instalações elétricas temporárias devem constar do PGE, parte integrante do PGR.

Elas devem ser dispostas em locais onde não haja possibilidade de sofrerem choques mecânicos provenientes da movimentação de materiais e máquinas ou possibilidade de contatos acidentais com os trabalhadores.

As áreas onde ocorram intervenções em instalações elétricas devem ser isoladas e sinalizadas de modo a evitar a entrada e permanência no local de pessoas não autorizadas.

Nos postes, a rede elétrica (fiação) deve estar a uma altura mínima de 5 m (cinco metros) a partir do solo. Nos serviços especiais ou que empreguem máquinas e equipamentos de grandes dimensões, a altura da rede elétrica (fiação) deve ser dimensionada para esse fim.

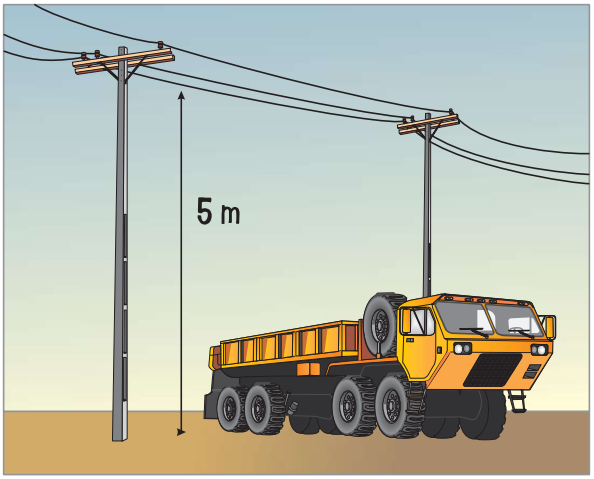


Figura 15 Distância mínima do solo para instalações elétricas aéreas.

Quando não for possível guardar distância segura entre trabalhador ou máquina e a rede energizada, devem ser instaladas barreiras de proteção com

dimensões suficientes para garantir proteção eficaz (ver proteção contra contatos diretos), bem como colocada sinalização informando a existência de riscos naquele local.

Observação: Linhas aéreas da distribuidora de energia elétrica que passam sobre os canteiros de obras devem ter altura mínima acordadas com a respectiva distribuidora e respeitadas, levando-se em conta as máquinas e equipamentos existentes no canteiro de obras.

Não é permitida a queima de qualquer material embaixo de redes elétricas, pois o calor gerado pode danificar a fiação e ionizar o ar, possibilitando a formação de arcos elétricos que podem causar acidentes.

Quando a distribuição de energia for aérea, os condutores devem estar corretamente fixados nos postes, exclusivamente através de elementos isolantes elétricos, tais como isoladores, em altura que não acarrete riscos de contato com pessoas, máquinas e equipamentos.

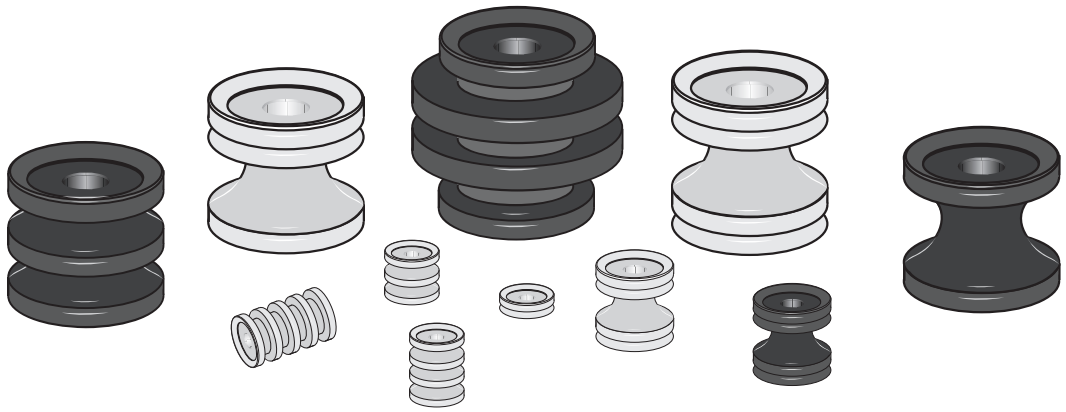


Figura 16a Isoladores elétricos.



Figura 16b Isolador elétrico.
Fonte: Produção dos autores.

Não é recomendável dispor os condutores elétricos sobre superfícies ou locais que possam provocar desgaste ou ruptura do seu isolamento, assim como em locais encharcados ou úmidos.

Quando houver riscos de contato, a fiação deve estar devidamente isolada por eletrodutos, fixados de forma adequada na edificação e corretamente dimensionados em função do número de fios e cabos no seu interior.

As derivações do circuito principal destinadas a alimentar interruptores e tomadas devem estar protegidas por eletrodutos ou calhas.

Os condutores de ligação dos equipamentos elétricos não devem ser tracionados, principalmente para movimentá-los, transportá-los, pendurá-los ou desligá-los.

As extensões devem ser feitas com condutores de dupla isolação.

Os cabos flexíveis de uso móvel devem atender as normas nacionais vigentes, não sendo admitidos cabos flexíveis isolados com policloreto de vinila (PVC).

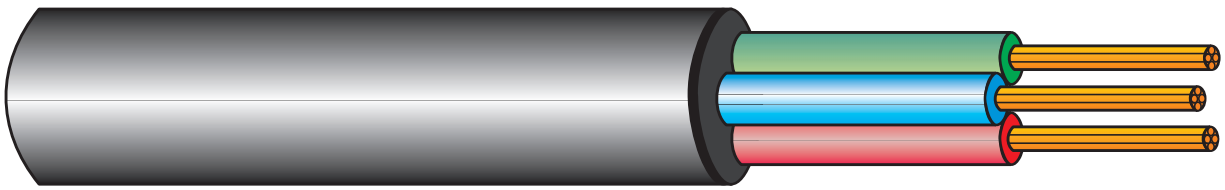


Figura 17 Condutor com dupla isolação.

Se a instalação elétrica for subterrânea, deve ser protegida por calhas ou eletrodutos. Nos locais da passagem da fiação subterrânea, deve haver sinalização indicativa.

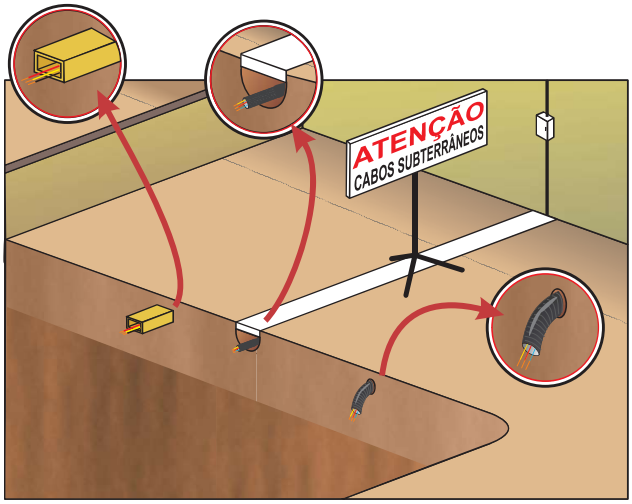


Figura 18 Exemplo de instalação elétrica subterrânea em canteiros de obras.

Nos trabalhos de escavação, as redes elétricas subterrâneas devem ser devidamente sinalizadas, o serviço, supervisionado por profissional legalmente habilitado e deve ser garantido um espaçamento mínimo de segurança de 1,5 m entre o local escavado e a rede.

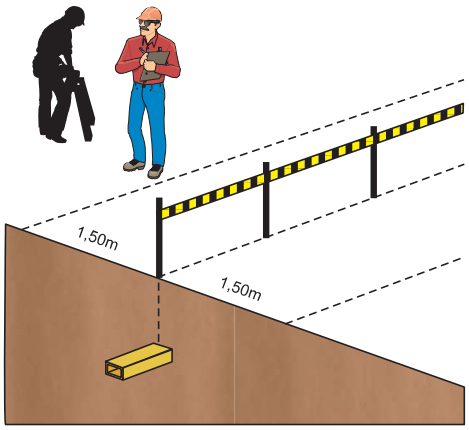


Figura 19 Sinalização de rede elétrica subterrânea e supervisão por profissional habilitado.

4.4 Plugues e tomadas

Os plugues e as tomadas devem ser protegidos contra penetração de umidade ou água. É obrigatório o uso do conjunto plugue/tomada para a ligação de máquinas, ferramentas elétricas portáteis e equipamentos elétricos móveis ao circuito de alimentação. Não ligar mais de um equipamento à mesma tomada, a menos que o circuito de derivação tenha sido projetado para tal.

Observação

Nas ligações com plugue/tomada, a parte energizada deve ser a tomada, a fim de se evitar a exposição de trabalhadores a partes vivas.

4.4.1 Plugues e tomadas blindadas

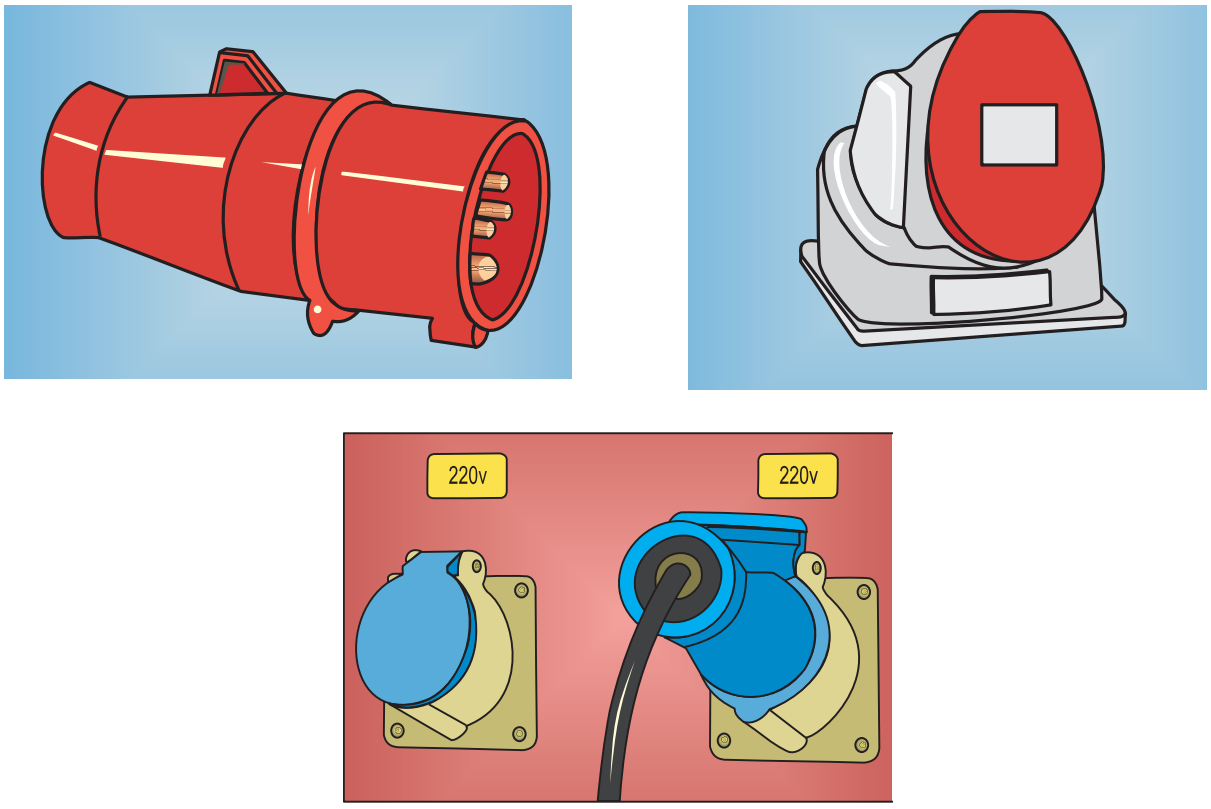


Figura 20 Exemplos de plugues e tomadas.

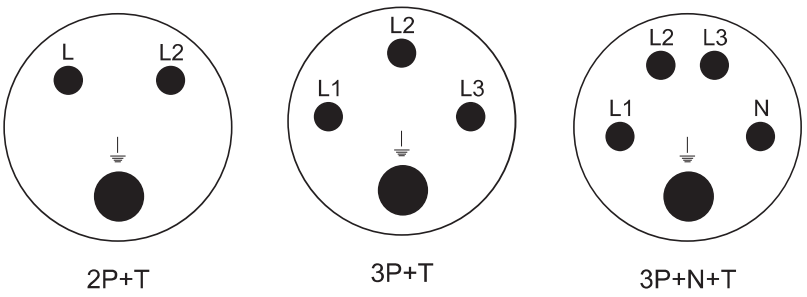


Figura 21 Tipos de tomadas industriais.

A tabela abaixo especifica os tipos de tomadas indicadas para baixa tensão. A frequência em Hertz deve ser de 50 ou 60 Hz.

Tabela 2 Especificação de tipos de tomada para baixa tensão.

Voltagem de utilização	Posição horária					
	2P + T		3P + T		3P + N + T	
	16 e 32A	63 e 125A	16 e 32A	63 e 125A	16 e 32A	63 e 125A
100 a 130	4	4	4	4	4	4
200 a 250	6	6	9	9	9	9
380 a 440	9	9	6	6	6	6

Fonte: Adaptado do catálogo da empresa STECK Indústria Elétrica.

O quadro a seguir indica as cores especificadas de plugues e tomadas de acordo com a voltagem utilizada.

Quadro 4 Especificação de cores para plugues e tomadas.

Voltagem	Cor
20 a 25V	Violeta
40 a 50V	Branca
110 a 130V	Amarela
220 a 240V	Azul
380 a 440V	Vermelha

Fonte: Adaptado do catálogo da empresa STECK Indústria Elétrica.

4.5 Iluminação temporária

As cargas de iluminação devem ser determinadas como resultado da aplicação da NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) e da Norma de Higiene Ocupacional NHO 11 (CUNHA et al., 2018), conforme Portaria nº 876/2018 (BRASIL, 2018).

Os circuitos de iluminação temporária devem ser ligados aos quadros terminais de distribuição, e a altura da fiação deve ser de, no mínimo, 2,50 m a fim de evitar contatos com máquinas, equipamentos ou pessoas. Se a fiação não puder ser aérea, em altura condizente com o trabalho, a área de distribuição deve ser isolada e corretamente sinalizada. É proibida a ligação direta de lâmpadas nos circuitos de distribuição.

Nos locais onde houver movimentação de materiais, tais como escadas, área de corte e dobra de ferragem, carpintaria etc., as lâmpadas devem estar protegidas contra impacto por luminárias adequadas.



Figura 22 Iluminação blindada.
Fonte: Produção dos próprios autores.



Figura 23 Exemplos de tipos de iluminação blindada.
Fonte: Produção dos próprios autores.

Os sistemas de iluminação portáteis serão usados onde não se puder obter iluminação direta adequada. A lâmpada deve ser protegida com armação de proteção contra impactos, soquete isolado, cabos com dupla isolação e ligação plugue/tomada em bom estado de conservação.

Em relação às luminárias, elas são classificadas de acordo com o tipo de proteção contra choques elétricos, o grau de proteção contra a penetração de umidades, poeiras e pequenos objetos e o material da superfície de apoio**.** É importante salientar que as luminárias devem trazer os dados para as quais foram projetadas (tensão, potência etc.).

Nos locais onde se encontram máquinas com movimento giratório, não é permitida a utilização de lâmpadas fluorescentes em uma única fase pelo fato de o efeito estroboscópico decorrente da frequência da rede ser múltiplo da rotação da máquina.

4.6 Máquinas e equipamentos

Os operadores de máquinas e equipamentos devem ter em seu treinamento noções básicas sobre eletricidade, contemplando as medidas de controle necessárias para eliminação ou neutralização dos riscos elétricos.

Além disso, máquinas e equipamentos devem ser dotados de dispositivo de acionamento, parada e bloqueio, conforme NR 18 (BRASIL, 2020), e os cabos de alimentação e demais dispositivos elétricos devem estar em perfeito estado de conservação.

Na operação de máquinas de grande porte, medidas adicionais de segurança devem ser adotadas, principalmente quanto ao contato com redes de distribuição de energia elétrica. As alturas das linhas aéreas externas da distribuidora de energia elétrica devem ser respeitadas com base nas dimensões de máquinas e equipamentos utilizados.

Equipamentos elétricos devem estar desligados da tomada quando não estiverem sendo usados, inclusive quando forem passar por serviços de manutenção.

As operações com veículos, máquinas e equipamentos devem ser planejadas, evitando o contato ou o impacto com redes de distribuição de energia e/ou equipamentos elétricos energizados.

Máquinas e equipamentos elétricos tais como gruas, guindastes, elevadores, talhas e similares podem produzir sobretensões de manobra, sendo necessário

considerar proteger as instalações elétricas contra essas sobretensões, quando da presença desses equipamentos no canteiro de obras

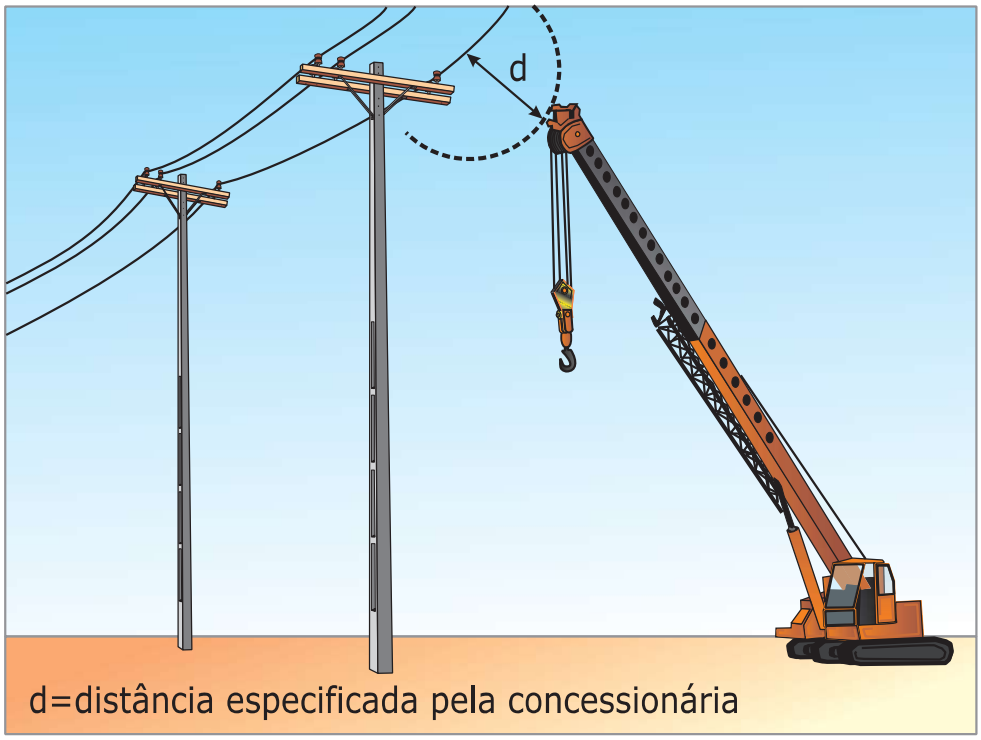


Figura 24 Operações com veículos, máquinas e equipamentos: distâncias especificadas pelas concessionárias.

5
Equipamentos de Proteção Individual (EPI)

Conforme definido na NR 06, EPI é todo dispositivo ou produto de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho. Para trabalhos com eletricidade, são de uso obrigatório, conforme previsão na NR 10 (BRASIL,2004).

São eles

- **Botina de couro, solado isolante**



Para proteger os pés contra agentes agressivos e choques elétricos. Não deve possuir componentes metálicos.

Figura 25 Botina de couro para eletricistas.

- **Luvas isolantes para eletricista**



Para o uso em serviços com risco de choque elétrico em equipamentos energizados e passíveis de energização.

Obs.: as luvas isolantes só devem ser utilizadas com as luvas de cobertura.

Figura 26 Luvas isolante

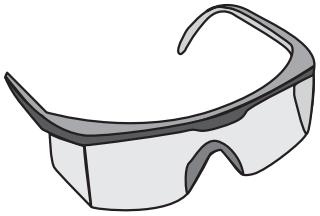
- **Luvas de cobertura em vaqueta**



Utilizadas para proteção das luvas isolantes.

Figura 27 Luvas em vaquet

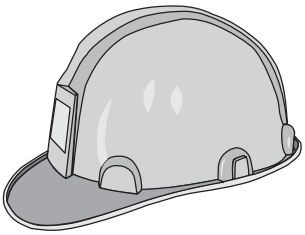
- **Óculos de segurança**



Destina-se a proteger a cabeça contra impactos, quedas de objetos, contato acidental com circuitos elétricos energizados. Constituído de material isolante.

Figura 28 Óculos de segurança.

- **Cinto de segurança/tabalarte**



Cinto de segurança do tipo subabdominal é destinado a equilibrar/sustentar o trabalhador em postes/ torres para prevenir quedas por altura. Talabarte é complemento do cinto de segurança.

Figura 29 Capacete de segurança para eletricistas.

- **Cinto de segurança/tabalarte**

Cinto de segurança do tipo subabdominal é destinado a equilibrar/sustentar o trabalhador em postes/ torres para prevenir quedas por altura. Talabarte é complemento do cinto de segurança.

Obs.: É vedado o uso de adornos pessoais nos trabalhos com instalações elétricas, conforme NR 10 (BRASIL, 2004).

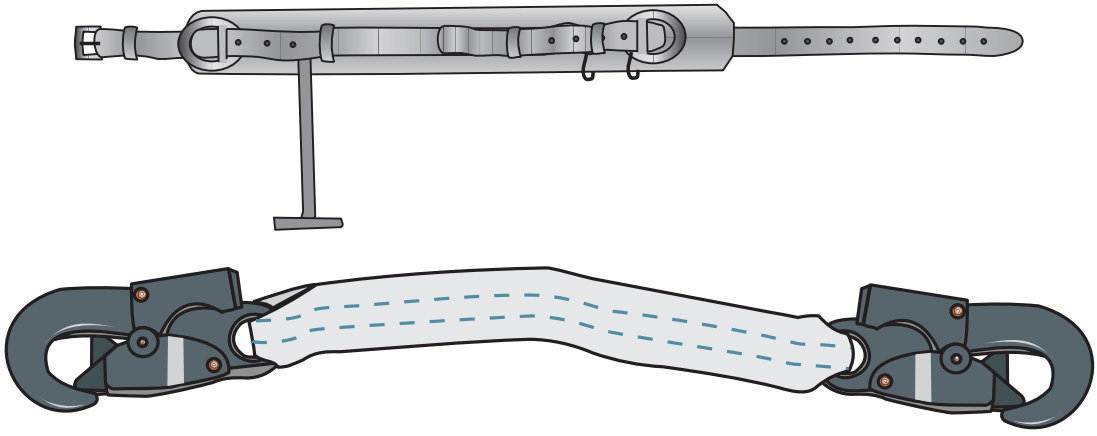


Figura 30 Cinto de segurança.

6

Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs)

Além dos EPIs, os equipamentos de proteção coletiva (EPCs) também são necessários à segurança dos trabalhadores nos canteiros de obras.

6.1 Detector de tensão

Equipamento empregado para confirmar a presença ou ausência de tensão em um circuito ou parte dele. Podem ser:

- do tipo eletrônico, para uso em alta e baixa tensões;
- do tipo de chave de fenda, para uso exclusivo em baixa tensão.

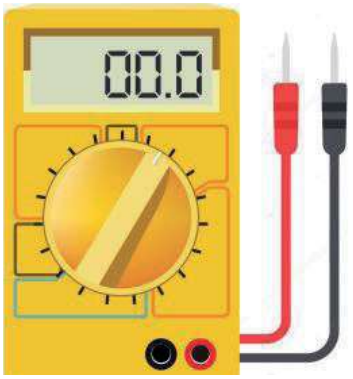


Figura 31a Detector ou medidor de tensão (voltímetro).

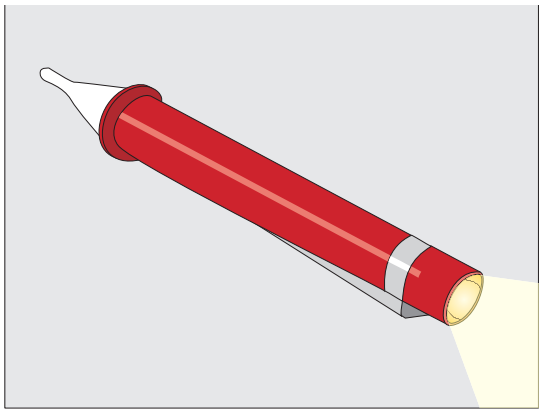


Figura 31b Medidor de tensão.

6.2 Barreiras / invólucros / grades articuladas / bandeirolas / fitas / placas de sinalização / cones

São para delimitar as áreas de trabalho ou de perigo, sinalizar e informar riscos existentes e impedir o contato com partes vivas das instalações elétricas.

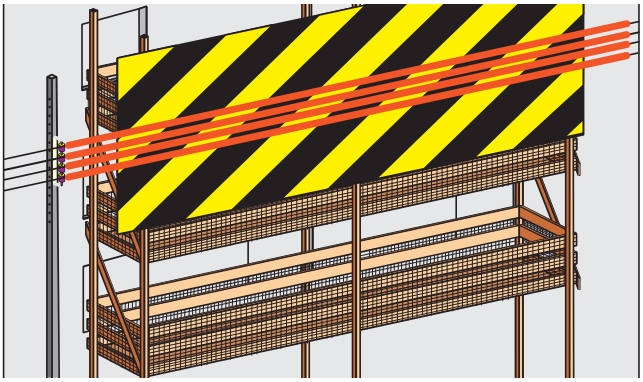


Figura 32a Barreira.

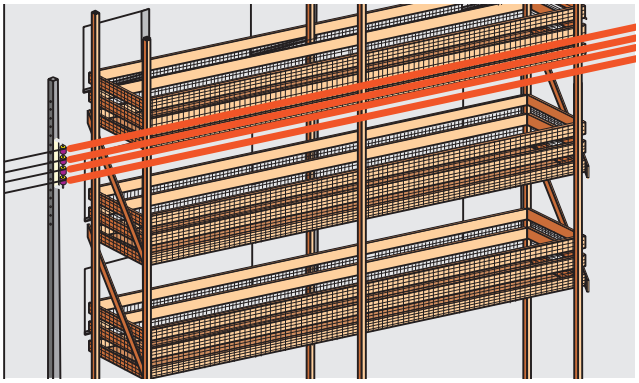


Figura 32b Invólucros.

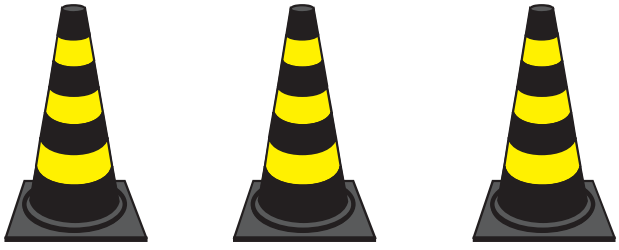


Figura 33 Cones de sinalização de perigo

7
Prontuário das Instalações Elétricas (PIE)

O Prontuário de Instalações Elétricas (PIE) é uma das principais ferramentas de gestão da NR 10 (BRASIL, 2004).

Podemos definir como prontuário elétrico a reunião, por parte da empresa, de documentos importantes relacionados a instalações elétricas, máquinas e equipamentos elétricos, além de registro dos trabalhadores que executam suas funções com eletricidade, com o objetivo de protegê-los dos riscos elétricos.

7.1 Estruturação do PIE

A estruturação do PIE inicia-se com a elaboração do Relatório Técnico das Inspeções (RTI) na empresa ou instituição que contenha o cronograma de ações para adequação à NR 10.

O RTI deve ser elaborado com base em um diagnóstico de situação da empresa que analise:

- os processos de apreciação de riscos;[1]
- os procedimentos;
- as documentações; e
- as medidas de controle existentes na área elétrica.

O RTI pode indicar todos os requisitos da NR 10 não atendidos pela empresa.

A NBR 5410 (ABNT, 2004) exige que projetos de instalação elétricas de baixa tensão sejam constituídos basicamente por:

- memorial descritivo;
- conjunto de plantas;
- esquemas elétricos;
- especificação de componentes;
- detalhes de montagem, se necessário.

[1] Para apreciação de riscos com eletricidade, deve-se levar em conta, além das normatizações nacionais, por exemplo a NBR ISO 12100, normas internacionais como a IEC 60204-1.

Recomenda-se ter em mãos o projeto elétrico com a devida ART quando da solicitação à concessionária de ligação temporária de energia elétrica para canteiro de obras, pois ela poderá exigir o documento para fazer a ligação.

A figura a seguir apresenta o fluxograma seguido pelo PIE.

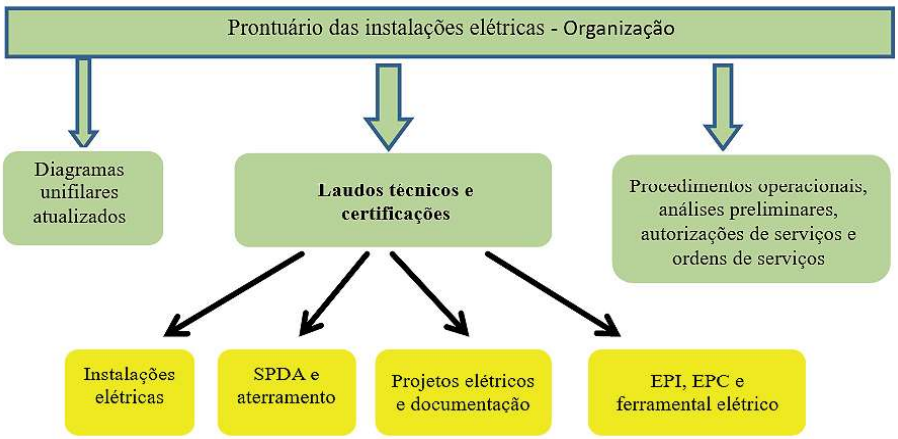


Figura 34 Fluxograma de organização do PIE.

Fonte: Produção dos próprios autores.

7.2 Programa de Gestão de Riscos Elétricos (PGE)

Para facilitar a implementação do PIE, é importante que a empresa tenha elaborado e executado (ou tenha em fase de execução) um Programa de Gestão de Riscos Elétricos (PGE).

O PGE estará configurado conforme o organograma abaixo.



Figura 35 Organograma do PGE.

Fonte: Produção dos próprios autores.

Além disso, a alta administração da empresa ou instituição deve avaliar a estratégia de implantação, corrigir deficiências na implantação, averiguar os resultados de medição e o retorno de resultados encontrados, avaliar os progressos alcançados e analisar precedentes que tiveram eficácia e se os resultados esperados foram alcançados.

7.2.1 Medidas práticas para implementação do programa

Para auxiliar, a checklist a seguir apresenta medidas a serem seguidas para implementação do PGE:

- identificar os riscos existentes por meio de uma das técnicas de análise de riscos;
- evitar trabalhos em circuitos e equipamentos energizados;
- sempre ter autorização para execução;
- obedecer a normas e procedimentos;
- oferecer treinamento e qualificação;
- designar responsável pela tarefa;
- isolar circuitos e equipamentos;
- planejar a execução da tarefa;
- verificar ferramentas, aparelhos e equipamentos de proteção.

7.2.2. Medidas práticas para a segurança dos trabalhadores

Para garantir a segurança dos trabalhadores, a checklist a seguir apresenta medidas importantes:

- planejar as atividades e a avaliação da tarefa;
- adotar técnicas de análise de riscos;
- adotar medidas como barreiras, isolação, anteparos, EPIs, ferramentas e aparelhos adequados quando houver trabalho com circuitos e equipamentos energizados.

8

Equipamentos e instalações elétricas em locais definidos como áreas classificadas e atmosferas explosivas e/ou inflamáveis

Neste tópico apresentamos alguns conceitos sobre instalações elétricas em locais que possam ser definidos como áreas classificadas procurando mostrar os métodos para se fazer a escolha desses equipamentos e sua classificação, visando a conscientizar os profissionais da área para o seu correto dimensionamento e utilização.

Além disso, faz-se mister orientar os profissionais da área quanto à possibilidade de risco relacionado a atmosferas explosivas ou inflamáveis em canteiros de obras.

Em canteiros de obras onde não existe risco de explosão, não há perigo. Por outro lado, se parte da área, mesmo que pequena, seja considerada como espaço confinado e/ou área classificada, onde existe a presença de gases inflamáveis ou mesmo tenha a probabilidade de ocorrência desses gases, precauções são exigidas quanto ao uso de equipamentos elétricos especiais.



Figura 36 Sinalização de áreas classificadas.
Fonte: Kulcksar Neto; Possebon e Amaral, 2009

8.1 Áreas classificadas em canteiros de obras

Entende-se como área classificada todo local onde há a possibilidade de existir explosões ou onde pode se formar misturas explosivas com o ar (ou com CO_2) devido à presença de gases, vapores, poeiras em proporção que cause explosão.



Figura 37 Classificação de áreas perigosas pela NBR IEC 60079-10 (ABNT, 2016).

Fonte: Adaptação de Lopez (s.d.).

8.2 Atmosferas explosivas

O termo atmosfera explosiva é usado para definir um local ou uma área específica com risco de explosão. Ela pode se caracterizar tanto pelo enriquecimento de oxigênio no ambiente como pela mistura do ar com substâncias contaminantes inflamáveis em forma de vapor, gás, poeira ou névoas que, após ignição, possibilitam a propagação da combustão pela mistura restante.

Ela é considerada explosiva quando essa mistura é tão intensa que pode se inflamar por intermédio de centelhamento devido às condições existentes no local.

No caso de canteiros de obras, os contaminantes podem ser (em suas diversas fases da obra): monóxido de carbono (escapamentos de motores e processos de combustão em ambientes fechados, como garagens e ambientes fechados), metano (em caso de decomposição de matéria orgânica), gás sulfídrico (águas residuais e esgotos), solventes orgânicos (aplicação de tintas e solventes, colagem de mantas, impermeabilizantes), entre outros.

O risco em atmosferas explosivas é ampliado em função da deficiência de oxigênio, que pode ocorrer em um ambiente pequeno devido ao consumo de oxigênio pelos próprios trabalhadores, ou onde existam microrganismos que consumam oxigênio e liberem gases tóxicos, ou ainda em ambientes onde ocorram

queima ou combustão de CO por escapamentos de motores como geradores de energia elétrica.

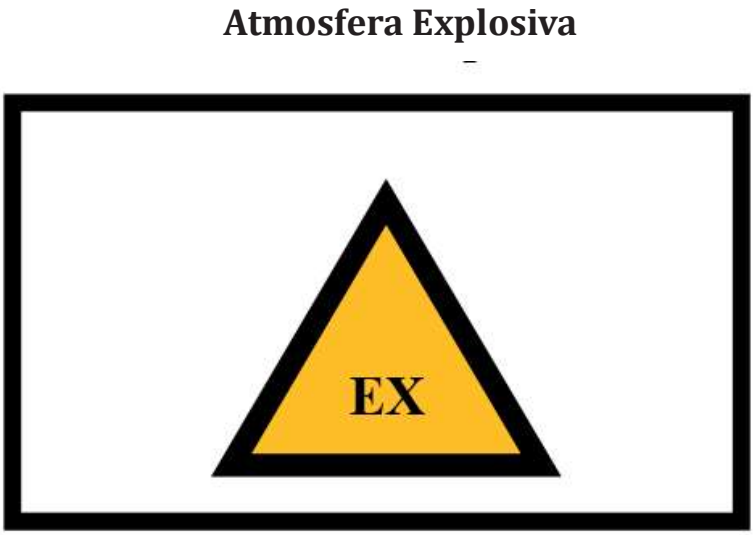


Figura 38 Exemplo de placa sinalizadora de atmosfera explosiva.

8.3 Riscos aos trabalhadores em espaços confinados

Deve-se sempre ter cuidado e não perder de vista que espaço confinado é qualquer área ou ambiente não projetado para ocupação humana contínua (KULCKSAR NETO; POSSEBON; AMARAL, 2009).

O risco de eletrocussão nesses espaços pode existir em algumas fases de obras, em locais como: reservatórios de água (durante limpeza e/ou manutenção), escavações de valas, forros, armazenamento de materiais em contêineres, dutos, poço de elevador, entre outros. Os riscos envolvidos são:

- Engolfamento: ser envolvido e aprisionado por líquidos ou materiais sólidos;[2]
- Risco de movimento inesperado de máquinas;
- Eletrocussão;
- Exposição excessiva ao calor;
- Aprisionamento em área muito estreita da estrutura com risco de asfixia;
- Riscos físicos, como quedas, escombros, quedas de ferramentas ou de equipamentos.

[2] Resíduos sólidos e líquidos considerados perigosos.

9
Índice de Proteção (Proteção IP)

O grau de proteção IP apresentado na norma brasileira (ABNT, 2017)[3] é aplicado aos invólucros dos equipamentos elétricos e objetiva: proteger pessoas contra contato com partes energizadas desprotegidas e ferimentos com partes móveis; e salvaguardar equipamentos elétricos contra a penetração de corpos estranhos ou água em seu interior.

A sigla "IP" é usada para classificar os graus de proteção que devem estar presentes quando da aquisição de equipamentos elétricos, tais como motores, luminárias, entre outros, e deve ser a principal característica quando for analisado um projeto elétrico que envolva tais equipamentos.

A simbologia dos equipamentos é composta pela sigla "IP" seguida de dois numerais, indicadores da conformidade com as condições estabelecidas. Pode-se utilizar letras adicionais e/ou letras suplementares que complementam a designação do equipamento elétrico.

Deve ser levado em consideração o risco de danos às máquinas, aos equipamentos e às ferramentas elétricas causados pela entrada de líquidos ou sólidos, por desgastes, impactos, abrasão, corrosão, e movimento de máquinas e estruturas.

Quadro 5 Disposição do código IP.

IP	2	3	C	H
Letra de código (proteção internacional)	Primeiro numeral característico (0 a 6) ou letra X	Segundo numeral característico (0 a 8) ou letra X	Letra adicional (opcional) letras A, B, C, D.	Letra suplementar (opcional) letras H, M, S, W.

Fonte: Adaptado de ABNT-NBR IEC 60529, 2017.

[3] Além da NBR IEC 60529 (ABNT, 2017), há também a ABNT NBR IEC 60034-5 - Graus de proteção proporcionados pelo projeto completo de máquinas elétricas girantes (ABNT, 2009).

Quadro 6 Primeiro dígito do Código IP: proteção contra entrada de sólido/ poeira.

Primeiro digito	Graus de proteção (códigos IP)	
	Descrição	**Corpos que não podem ingressar no interior do invólucro - para proteção de pessoas**
0	Não protegido.	--
1	Protegido contra objetos sólidos de dimensão maior que 50 mm.	Uma parte do corpo humano, como o dorso da mão.
2	Protegido contra objetos sólidos de dimensão maior que 12,5 mm.	Dedos ou objetos similares cujo comprimento seja maior que 80 mm e a menor dimensão > 12 mm.
3	Protegido contra objetos sólidos de dimensão maior que 2,5 mm.	Hastes, ferramentas, fios etc. de diâmetros e/ou espessura maiores que 2,5 mm.
4	Protegido contra objetos sólidos de dimensão maior que 1,0 mm.	Fios, fitas de largura maior que 1,0 mm, objetos cuja menor dimensão seja maior que 1,0 mm.
5	Protegido contra o ingresso de poeira.	O ingresso de poeira não é totalmente evitado, mas a poeira não pode ingressar em quantidade que possa interferir na operação do equipamento ou prejudicar sua segurança.
6	Totalmente protegido contra o ingresso de poeira.	Nenhum ingresso de poeira.

Quadro 7 Segundo digito do Código IP: proteção contra ingresso de água**.**

Segundo digito	Graus de proteção (códigos IP)	
	Descrição	**Proteção proporcionada pelo invólucro**
0	Não protegido.	-
1	Protegido contra quedas verticais de gotas de água.	Gotas de água caindo verticalmente não devem provocar efeitos prejudiciais.
2	Protegido contra quedas de água com inclinações de até 15° com a vertical.	Gotas caindo verticalmente não podem provocar efeitos prejudiciais quando o invólucro é inclinado em um ângulo de até 15° de cada lado da vertical.
3	Protegido contra aspersão de água.	Água aspergida em um ângulo de até 60° de cada lado da vertical contra o invólucro não pode provocar efeitos prejudiciais.
4	Protegido contra projeções de água.	Água aspergida em um ângulo de até 60° de cada lado da vertical contra o invólucro não pode provocar efeitos prejudiciais.
5	Protegido contra jatos de água.	A água projetada em jatos contra o invólucro em qualquer direção não pode provocar efeitos prejudiciais (ensaio com vazão de água de 12,5L/min ± 5%).
6	Protegido contra jatos potentes de água.	Água projetada em jatos potentes contra o invólucro em qualquer direção não pode provocar efeitos prejudiciais (ensaio com vazão de água de 100 L/min ± 5%).

(...)

(...)

7	Protegido contra os efeitos da emissão temporária em água.	Quando o invólucro estiver imerso temporariamente em água sob condições padronizadas de pressão (profundidade do invólucro entre 0,15 m e 1 m) e tempo (30 min), não pode ser possível o ingresso de água em quantidade que provoque efeitos prejudiciais.
8	Protegido contra os efeitos de imersão contínua em água sob condições previamente acordadas.	Quando o invólucro estiver continuamente imerso em água sob condições previamente acordadas entre o fabricante e o usuário, não pode ser possível o ingresso de água em quantidade que provoque efeitos prejudiciais, porém as condições devem ser mais severas do que para segundo numeral 7.
9	Protegido contra jatos de água de alta pressão e alta temperatura.	Água projetada a alta pressão e alta temperatura (80°C ± 5%) contra o invólucro a partir de qualquer direção não pode apresentar efeitos prejudiciais.

Fonte: Adaptado de ABNT-NBR IEC 60529, 2017.

Os Quadros 6 e 7 mostram o grau de proteção, constituídos por dois dígitos. O primeiro referente à entrada de objetos sólidos ou poeira e o segundo ao impedimento do ingresso de água (líquidos) no interior do equipamento.

É importante salientar que, para alguns tipos de proteção “Ex”, o grau de proteção contra água ou poeira no interior do invólucro é parte integrante das medidas de proteção**.** Elas especificam um grau mínimo de proteção para projetos, fabricação, ensaio, certificação e avaliação desses equipamentos**.** Reduz**-**se, assim, o risco de danos aos componentes internos, diminuindo a ocorrência de arcos elétricos e centelhas ligadas à falha de isolamento e às correntes de fuga.

10
Ferramentas manuais com isolamento elétrico

As ferramentas manuais destinadas a trabalhos em adjacências de peças sob tensões até 1000 V em corrente alternada (valor efetivo) ou 1500 V em corrente contínua devem ter isolamento para proteger os trabalhadores contra choques elétricos (ABNT, 2015).

Para esta RTP, definimos ferramentas isoladas como aquelas que podem ser isoladas totalmente ou parcialmente, sendo que devemos dar preferência pela utilização, sempre que possível, de ferramentas com isolamento completo.

É importante lembrar que acidentes com eletricidade, choques elétricos, podem ser causados por falhas no isolamento dessas ferramentas.

As ferramentas *completamente* isoladas são aquelas fabricadas com:

- material isolante;
- material condutor com revestimento de material isolante nas quais só as partes atuantes (parte da ferramenta que age sobre a peça) podem estar sem isolamento.

As ferramentas *parcialmente* isoladas são aquelas fabricadas com material condutor e que têm um revestimento de material isolante, com exceção da cabeça atuante (parte da ferramenta que transmite a força aplicada no cabo ao local de trabalho) ou parte dela.

As ferramentas com isolamento elétrico devem satisfazer as condições sob as quais foram fabricadas, não podendo ter defeitos de isolamento, ser impróprias para o serviço a ser executado e estar em mau estado de conservação. Elas devem ser empregadas de acordo com sua finalidade e não constituir risco aos trabalhadores que as utilizam nem à instalação.

Ferramentas com isolamento elétrico devem ser sempre inspecionadas de modo a não apresentarem defeitos de isolação, como trincas, bolhas, má aderência. Esse exame é feito visualmente.

Apêndice 1

Interruptor de Circuito de Falha de Aterramento (GFCI)

Esta RTP-05 recomenda o uso de interruptor de circuito de falha de aterramento, ou Ground Fault Circuit Interrupter (GFCI), que é um equipamento eficaz na prevenção de choques elétricos.

Após a atualização da NR 18, em especial o item 18.6 – Instalações Elétricas, essa normatização passa a ter importância enorme para instalações elétricas temporárias em canteiros de obras. Isto porque o item 18.6.9 torna obrigatória a utilização de dispositivos diferenciais residuais (DR) como medidas de segurança adicionais em instalações elétricas.

Como possui características parecidas com o DR, o GFCI pode ter uso portátil e ser inserido entre o circuito elétrico e máquinas e equipamentos portáteis, no caso da indústria da construção. Vide Figuras 42 (A) e (B).

Esse equipamento é projetado para proteger pessoas contra choques elétricos severos ou eletrocussão, de falta à terra de um sistema elétrico, e monitorar o desequilíbrio de corrente entre dois condutores, sendo um não aterrado e outro aterrado, de um circuito elétrico.



Figura 39a GFCI portátil.

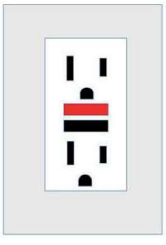


Figura 39b Interruptor de Circuito de Falha de Aterramento (GFCI).
Fonte: Adaptados da Norma NFPA 70E- GFCI *Requirements* e OSHA 29CFR1910 - 1910.304(b)

Apêndice 2

São documentos exigidos pela NR 10:

- procedimentos de trabalho;
- ordens de serviço;
- permissão para o trabalho;
- registros de testes e ensaios;
- relatórios de inspeção;
- comprovação de habilitação, capacitação e autorização;
- comprovação de treinamentos;
- esquemas unifilares;
- memorial descritivo;
- projetos de instalações elétricas;
- análise de risco;
- projeto de combate a incêndio;
- prontuário de instalações elétricas.

Apêndice 3

A seguir, apresentamos uma sugestão de como fazer o relatório mensal.

Relatório mensal das condições dos equipamentos de proteção contra riscos elétricos, incêndio e condições de segurança.

Local:
Data:

Instalações elétricas	Sim	Não	Observações
São temporárias?			
Os quadros de distribuição estão fechados?			
Os quadros de distribuição são feitos de material inflamável?			
Iluminação			
Iluminação de emergência			
Fios e cabos			
Plugues e tomadas			
Conexões e condutores de proteção			
Condições de condutores flexíveis e suas conexões			
Características nominais de fusíveis, disjuntores			
Funcionamento dos dispositivos a corrente diferencial residual			

Apêndice 4

Conjunto de canteiros de obras (CCO)

Refere-se a um conjunto de manobra de baixa tensão, em que a tensão nominal não excede a 1000V em corrente alternada e 1500V em corrente contínua, sendo destinados para uso em construções e similares.

A fabricação e(ou) montagem do CCO pode ser realizada por um montador que não seja o fabricante original.

Os CCO podem estar abrigados ou ao tempo, em locais de trabalho temporários, onde são realizados trabalhos de construção, instalação, conserto, demolição, escavações, podendo ser transportável ou móvel com invólucro.

A norma da ABNT NBR IEC 61439-4 de 03/2019 trata de conjuntos de manobra e comando de baixa tensão com requisitos particulares para canteiros de obras. Esta norma não se aplica aos dispositivos individuais e aos componentes independentes como fusíveis, interruptores, chaves de partida de motores e equipamentos eletrônicos que estão de acordo com normas específicas**.** Também não se aplicam a locais de serviços de canteiros de obras como escritórios, vestiários, refeitórios dormitórios, banheiros, dentre outros.

Referências

AGÊNCIA EUROPEIA PARA A SEGURANÇA E A SAÚDE NO TRABALHO. Avaliação de riscos: a chave para locais de trabalho seguros e saudáveis. **Factsheet 81**. Bélgica: Osha, 2008. Disponível em: https://osha.europa.eu/pt/publications/factsheet-81-risk-assessment-key-healthy-workplaces/view. Acesso em 01 dez. 2020.

AS INSTALAÇÕES elétricas e a segurança no trabalho. **Revista Eletricidade Moderna**, São Paulo, v. 9, n. 97, p. 12-20, ago. 1981.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5410**: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5419**: proteção de estruturas contra descargas atmosféricas: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9699**: ferramentas manuais - isolação elétrica até 1000 V c.a. e 1500 V c.c. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16384**: segurança em eletricidade - recomendações e orientações para trabalho seguro em serviços com eletricidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 17018**: instalações elétricas de baixa tensão - requisitos para instalações em locais especiais – instalações para canteiros de obras de construção e de demolição. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60034-5**: máquinas elétricas girantes – parte 5: graus de proteção proporcionados pelo projeto completo de máquinas elétricas girantes (Código IP) – classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60079-10**: atmosferas explosivas. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60529**: graus de proteção promovidos por invólucros (Códigos IP). Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 61439-4:** conjunto de manobra e comando de baixa tensão parte 4: requisitos particulares para conjuntos para canteiro de obras(CCO). Rio de Janeiro: ABNT,2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO/CIE 8995-1**: iluminação de ambientes de trabalho: parte 1: interior. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria Especial de Previdência e Trabalho. Portaria nº 3.733, de 10 de fevereiro de 2020. Aprova a nova redação da Norma Regulamentadora nº 18 - Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, n. 29, p. 21-31, 11 fev. 2020. Disponível em: https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=515&pagina=21&data=11/02/2020. Acesso em: 01 dez. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Altera o Capítulo V do Titulo II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo a Segurança e Medicina do Trabalho e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, 23 dez. 1977. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6514.htm. Acesso em: 01 dez. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Inspeção do Trabalho. Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, 06 jul. 1978. Suplemento. Disponível em:

http://acesso.mte.gov.br/data/files/FF8080814FF112E801529E4EFC2C655F/Portaria%20n.%C2%BA%203.214%20(aprova%20as%20NRs).pdf.
Acesso em: 01 dez. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria nº 876, de 24 de outubro de 2018. Altera a Norma Regulamentadora nº 17 – Ergonomia. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, n. 206, p. 76, 25 out. 2018. Disponível em: https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=25/10/2018&jornal=515&pagina=76. Acesso em: 01 dez. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 598, de 07 de dezembro de 2004. Altera a Norma Regulamentadora nº 10 que trata de Instalações e Serviços em Eletricidade, aprovada pela Portaria nº 3.214, de 1978, que passa a vigorar na forma do disposto no Anexo a esta Portaria. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, n. 235, p. 74-77, 08 dez. 2004. Disponível em: https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=08/12/2004&jornal=1&pagina=74&totalArquivos=152.
Acesso em: 01 dez. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência Social. Portaria nº 508, de 29 de abril de 2016. Altera a Norma Regulamentadora nº 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, n. 82, p. 94, 02 maio 2016. Disponível em: https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=94&data=02/05/2016. Acesso em: 01 dez. 2020.

BITICINO; PIRELLI. **Proteção de pessoas contra choques elétricos**. [São Paulo], 1978.

CAMARGO, C. A. A. de. Proteção contra descargas elétricas atmosféricas. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES DO TRABALHO, 19., 1980, Brasília. **Anais [**...]. São Paulo: Fundacentro, 1981. p. 14-30.

COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ. **Aterramento para sua segurança**. [2019?].

COTRIM, A. A. M. B. **Instalações elétricas**. 3 ed. São Paulo: Makron Books, 1992.

CUNHA, I. de A. da. *et al*. **NHO 11**: Avaliação dos níveis de iluminamento em ambientes internos de trabalho: procedimento técnico. São Paulo: Fundacentro, 2018. Disponível em: http://arquivosbiblioteca.fundacentro.gov.br/exlibris/aleph/u23_1/bd/NHO-11_f_4.pdf. Acesso em: 21 dez. 2020.

ESPAÑA. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. **NPT 73**: Distancias a líneas elétricas de BT y AT. Barcelona: INSHT, 1983.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. CEI **IEC 479-1**: effects of current on human beings and livestock: part 1: general aspects: tecbhical report – type 2. 3th. ed. Geneva: IEC, 1994. Disponível em: https://webstore.iec.ch/p-preview/info_iec60479-1%7Bed3.0%7Db.img.pdf. Acesso em: 02 dez. 2020.

GUSMÃO, L. H. P.; MONTEIRO, N. A. **Instalações elétricas em canteiros de obras**. São Paulo: Fundacentro, 1991.

INSTITUTO BRASILEIRO DO COBRE. **Aterramento elétrico**. São Paulo: Pro-cobre, [s.d.].

KULCSAR NETO, F.; POSSEBON, J.; AMARAL, N. C. do. **Espaços confinados**: livreto do trabalhador. São Paulo: Fundacentro, 2009.

LOPEZ, N. M. **Manual de bolso de instalações elétricas em atmosferas explosivas**. 6. ed. São Paulo: Project-Explo, [s.d.].

MANUAL Pirelli de instalações elétricas. 2. ed. São Paulo: Pini, 1999.

MORENO, H.; SOUZA, J. R. A. de. **Guia eletricidade moderna da NBR5410**. São Paulo: Procobre, 2001.

NATIONAL FIRE PROECTION ASSOCIATION. **NFPA 70E**: standard for electrical safety in the workplace. 2018. Disponivel em: https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=70E&access=open&access=open. Acesso em: 13 jan 2021.

ORGANISME PROFESSIONNEL DE PRÉVENTION DU BÂTIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS. **Tecnologia da prevenção dos acidentes do trabalho nas profissões da construção civil**. São Paulo: Fundacentro, 1975.

EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK**.** OSHAS – Occupatinal Health and Safety Assessment Series**. Risk assessment**. Disponível em: https://oiraproject.eu/pt/what-risk-assessment. Acesso em: 13 jan 2021.

PIAL LEGRAND GL ELETRO-ELETRÔNICOS. **Catálogo geral**. São Paulo, 1997.

PIAL LEGRAND GL ELTRO-ELETRÔNICOS. **Catálogo geral**. São Paulo, 2002.

RANGEL FILHO, A. (Coord.). **Engenharia de segurança do trabalho na indústria da construção**. São Paulo: Fundacentro, 2001.

REIS, J. S.; FREITAS, R. de. **Segurança em eletricidade**. São Paulo: Fundacentro, 1985.

REVISTA OFICIAL DO CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE PERNAMBUCO. Recife, n. 1, 1998.

RIBEIRO FILHO, L**.** F. Prevenção de acidentes com máquinas e equipamentos elétricos móveis ou portáteis. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES, 19., 1980, Brasília. **Anais** [...]. São Paulo: Fundacentro, 1981. p. 10-13.

RIBEIRO FILHO, L. F.; PAULA, J. E. de. Segurança em equipamentos e circuitos elétricos. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES, 17., 1978, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: Fundacentro, 1979. p. 457-464.

ROUSSELET, E. da S.; FALCÃO, C. **A segurança na obra**: manual técnico de segurança do trabalho em edificações prediais. Rio de Janeiro: SINCOMRJ/SENAI/CBIC, 1986.

ROUSSELET, E. da S.; FALCÃO, C. . Instalações em geral. *In*: **A segurança na obra**: manual técnico de segurança do trabalho em edificações prediais. Rio de Janeiro: Interciência/SOBES, 1999. p. 129-151.

SIEMENS. **Seminários técnicos 2003 – engenheiros e projetistas**: proteção contra choques elétricos e aterramentos das instalações elétricas de baixa tensão. [São Paulo], 2002.

SOUZA, J. R. A. de. A proteção contra choques elétricos. **Revista Eletricidade Moderna**, São Paulo, v. 12, n. 127, p. 8-24, maio 1984.

SOUZA, S. S. B. de. **Controle de riscos elétricos**. Recife: [*s. n.],* 1997.

STECK INDÚSTRIA ELÉTRICA. **Catálogo geral**. São Paulo, 1998.

STECK INDÚSTRIA ELÉTRICA. **Tabela de produtos**. São Paulo, 2017.

UNITED STATES DEPARTMENT OF LABOR. **Wiring design and protection**. Disponivel em: https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.304. Acesso em: 13 jan 2021.

ZANELLA, A. *et al*. **Segurança do trabalho na construção civil na área de edificações**. São Paulo: Universidade Mackenzie, 1981.

Sobre o livro
Composto em Cambria 11/13,2
fomato 16x23 cm
3º edição: 2023

FUNDACENTRO
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

Rua Capote Valente, 710
São Paulo - SP
05409-002
tel.: 3066-6000

www.fundacentro.gov.br



FUNDACENTRO

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

ISBN 978-658834464-4

