UNIVERSIDADE DE SOROCABA
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO E ASSUNTOS ESTUDANTIS
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

JEAN MICHEL VIEIRA FERRAZ

ANÁLISE COMPARATIVA E OS IMPACTOS DAS ATUALIZAÇÕES DA NBR 5410

Sorocaba/SP
2025

JEAN MICHEL VIEIRA FERRAZ

ANÁLISE COMPARATIVA E OS IMPACTOS DAS ATUALIZAÇÕES DA NBR 5410

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do Diploma de Graduação em Engenharia Elétrica, da Universidade de Sorocaba.

Orientador: Dr. Denicezar Angelo Baldo

Sorocaba/SP
2025

JEAN MICHEL VIEIRA FERRAZ

ANÁLISE COMPARATIVA E OS IMPACTOS DAS ATUALIZAÇÕES DA NBR 5410

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do Diploma de Graduação em Engenharia Elétrica, da Universidade de Sorocaba.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Denicezar Angelo Baldo
Universidade de Sorocaba

Prof. Me Osvaldo Ribeiro Martins Parreira
Universidade de Sorocaba

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, o qual representa o fim de um ciclo em minha vida, o bacharelado em Engenharia Elétrica, à minha família, especialmente à minha amada mãe, a qual sempre cuidou de mim, incentivou-me e depositou sua confiança em mim. E, claro, também à minha noiva, Milena, a qual sempre esteve ao meu lado, impulsionando-me em boa parte desta jornada para que fosse cumprida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por ter me sustentado até aqui, nesta jornada tão difícil e árdua. Em segundo lugar, agradeço à minha família e à minha noiva, Milena, mulher forte, corajosa e linda. Em muitos momentos, ela foi, e continuará sendo, o meu porto seguro, trazendo-me coragem, motivação e servindo de espelho em muitas coisas. Por isso e por muito mais, tem a minha enorme admiração. Agradeço também ao professor Osvaldo, ao orientador Denicezar, e a todos os outros professores que me conduziram até este ponto. Por final, agradeço a instituição Uniso, pela excelência no ensino e pela ótima estrutura, desejando que continue contribuindo com a formação de profissionais cada vez mais competentes em prol do crescimento do nosso país.

Quem permanece, vence.
Olavo de Carvalho.

RESUMO

O seguinte trabalho tem como objetivo analisar a NBR 5410, norma brasileira que regulamenta as instalações elétricas de baixa tensão, abordando sua evolução histórica, os aspectos técnicos e as atualizações ao longo do tempo. A pesquisa explora o papel da ABNT na regulamentação das NBRs e NRs, destacando a NBR 5410 como resposta às necessidades de padronização e segurança no setor elétrico brasileiro. A norma é analisada em seus aspectos técnicos, com ênfase no projeto, execução e manutenção das instalações, abrangendo temas como proteção contra choques elétricos e incêndios, dimensionamento de condutores, escolha de materiais e aterramento. As atualizações mais recentes da norma também são discutidas, com foco nas mudanças que refletem avanços tecnológicos e a necessidade de maior segurança e eficiência. A comparação entre a NBR 5410 e a NR 10, que regula a segurança em instalações e serviços com eletricidade, demonstra a complementaridade entre essas normas, garantindo tanto a segurança dos usuários quanto dos profissionais. O trabalho conclui que a NBR 5410 desempenha papel essencial na melhoria da segurança das instalações elétricas, evidenciando a importância da constante atualização das normas para acompanhar as inovações do setor.

Palavras-chave: NBR 5410. Instalações elétricas. Baixa tensão. Normas técnicas. Normas reguladoras.

ABSTRACT

This paper aims to analyze NBR 5410, the Brazilian standard that regulates low-voltage electrical installations, focusing on its historical evolution, technical aspects, and updates over time. The research explores the role of ABNT in regulating NBRs and NRs, highlighting NBR 5410 as a response to the need for standardization and safety in the Brazilian electrical sector. The standard is examined in its technical aspects, with an emphasis on the design, execution, and maintenance of installations, covering topics such as protection against electric shocks and fires, conductor sizing, material selection, and grounding. Recent updates to the standard are also discussed, focusing on changes that reflect technological advancements and the need for greater safety and efficiency. A comparison between NBR 5410 and NR 10, which regulates safety in electrical installations and services, demonstrates the complementarity of these standards, ensuring both user and professional safety. The paper concludes that NBR 5410 plays a crucial role in improving the safety of electrical installations, highlighting the importance of continuously updating standards to keep up with innovations in the sector.

Keywords: NBR 5410. Electrical installations. Low voltage. Technical standards. Regulatory standards.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira De Normas Técnicas
BT	Baixa Tensão
CLT	Consolidação Das Leis Trabalhistas
CTPP	Comissão Tripartite Paritária Permanente
DDR	Disjuntor Diferencial Residual
DNIG	Departamento Nacional de Iluminação e Gás
DPS	Dispositivo de Proteção contra Curtos
EMC	Electromagnetical Compatibility
EPR	Etileno-Propileno
IDR	Interruptor Diferencial Residual
IEC	International Electrotechnical Commission
IT	Isolado Terra
mA	Mili-Ampere
MT	Média Tensão
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NB	Normas Brasileira
NBR	Norma Brasileira Registrada
NF	Norme Française
NR	Norma Reguladora
OIT	Organização Internacional do Trabalho
PE	Proteção Elétrica
PEN	Protection and Neutral
PVC	Policloreto de Vinila
TN	Terra-Neutro
TNCS	Terra-Neutro-Combinado-Separado
TNS	Terra-Neutro-Separado
TT	Terra-Terra
TUE	Tomada de Uso Específico
TUG	Tomada de Uso Geral
VA	Volt-Ampere
XLPE	Cross-Linked Polyethylene

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Seção mínima dos condutores. 23
Tabela 2. Seção mínima de neutro. 30
Tabela 3. Condutor de proteção. 30
Tabela 4. Padronização das funcionalidades das letras. 31

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Tipos de condutores. 22
Figura 2. Cabo PVC. 27
Figura 3. Cabos EPR e XLPE. 28
Figura 4. Aterramento TT. 32
Figura 5. Aterramento TNC. 33
Figura 6. Aterramento TNS. 33
Figura 7. Aterramento TNCS. 34
Figura 8. Aterramento IT. 34
Figura 9. DPS ligado em rede monofásica. 38
Figura 10. DPS ligado em rede bifásica. 39
Figura 11. DPS ligado em rede trifásica. 39
Figura 12. Constituição interna do DR. 41
Figura 13. DR em condições normais. 42
Figura 14. DR atuando. 42
Figura 15. Partes internas de um disjuntor. 43
Figura 16. Total de acidentes por choques elétricos, por região do país. 47
Figura 17. Ranking nacional de acidentes e mortes por choques elétricos. 48
Figura 18. Tabela 36 NBR5410:2004. 63

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14
2 OBJETIVOS 16
2.1 Objetivos Gerais 16
2.2 Objetivos Específicos 16
3 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA 17
3.1 A criação da NBR5410 17
3.1.1 O que é a ABNT e seu papel na regulamentação das NBRs e NRs 17
3.1.2 Contexto histórico da criação da NBR 5410 19
3.1.3 Processo de elaboração da norma 20
3.2 Conteúdo técnico 22
3.2.1 Critérios para o dimensionamento de condutores 22
3.3 Aterramento 30
3.3.1 Esquema TT 32
3.3.2 Esquema TN 32
3.3.3 Esquema IT 34
3.4 Divisão de circuitos 35
3.4.1 Iluminação 35
3.4.2 Tomadas 35
3.5 Proteção das instalações 36
3.5.1 Proteção contra sobretensões 36
3.5.2 Proteção contra fuga de corrente 39
3.5.3 Proteção contra curto-circuito e sobrecorrente 43
3.6 Contexto histórico da NR-10 44
3.6.1 Evoluções da NR-10 45
3.6.2 Índices de acidentes 46
4 ATUALIZAÇÕES DA NBR 5410: ANÁLISE DAS VERSÕES 49
4.1 Histórico e Contexto das Atualizações da NBR 5410 49
4.2 Principais Alterações Técnicas nas Versões da NBR 5410 50
4.3 Impactos Técnicos das Atualizações nas Instalações Elétricas 53
4.3.1 Proteção contra Choques Elétricos 53
4.3.2 Dimensionamento de Componentes 54
4.3.3 Qualidade dos Projetos Elétricos 54
4.3.4 Separação de Circuitos 54
4.3.5 Aterramento 55

4.3.6 Circuito de Motores.....55
4.3.7 Áreas Especiais.....56
4.3.8 Eletrocalhas, Eletrodutos e Condutores.....56
4.3.9 Disjuntores.....56
4.3.10 Treinamento e Conscientização.....56
4.4 Comparação entre NBR 5410 e NR 10 no Contexto das Atualizações.....57
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....59
REFERÊNCIAS.....61
ANEXO A.....63

1 INTRODUÇÃO

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) foi criada em 1940, com o objetivo de padronizar as especificações técnicas de diversos setores industriais no Brasil, promovendo a qualidade e a competitividade do mercado. Antes da sua criação, as normas técnicas eram baseadas em referenciais estrangeiros, muitas vezes sem a adaptação necessária às particularidades locais, o que gerava inconsistências e ineficiências nos processos (ABNT, 2011).

A ABNT surgiu, portanto, como uma resposta à necessidade urgente de um sistema nacional de normas técnicas, capaz de garantir a segurança, a eficiência e a confiabilidade de materiais e processos utilizados no país. Ela se consolidou ao longo dos anos, sendo responsável por coordenar e disseminar as normas técnicas, fundamentais para o avanço da indústria brasileira e para a padronização de práticas que garantem a qualidade e a competitividade no comércio (ABNT, 2011).

Dentre as diversas normas criadas pela ABNT, a NBR 5410, publicada pela primeira vez em 1941, se destaca como a principal regulamentação para as instalações elétricas de baixa tensão no Brasil. A origem dessa norma remonta a um contexto de crescente industrialização e urbanização do país, quando se tornou evidente a necessidade de um conjunto de regras que garantisse a segurança, o bom funcionamento e a integridade das instalações elétricas nas mais variadas edificações (Lorenzo, 2008).

Segundo Lorenzo, a primeira versão da NBR 5410 surgiu da NB-3, um anteprojeto elaborado na época, e baseada no Código de Instalações Elétricas da Inspetoria Geral de Iluminação, de 1914, gerando uma atualização deste código. Por ser a terceira norma elaborada pela ABNT, a NBR 5410 passou por sucessivas revisões e atualizações, sempre buscando acompanhar as transformações tecnológicas e as novas demandas do setor elétrico (Lorenzo, 2008).

Essas revisões ocorreram em intervalos regulares, sendo as mais significativas em 1960, 1980, 1990, 1997 e 2004, quando a norma passou a adotar uma estrutura mais internacionalizada, incorporando conceitos e modelos das normas IEC 60364 (da International Electrotechnical Commission) e NF C15-100 (da França), visando a maior segurança e eficiência nas instalações elétricas (Lorenzo, 2008).

Desde a sua primeira versão, a NBR 5410 tem sido fundamental para garantir a padronização e a segurança das instalações elétricas no Brasil, sendo utilizada em diversos setores, como o residencial, comercial, industrial e público (Lorenzo, 2008).

A NBR 5410 é uma norma que estabelece as condições mínimas para a realização de instalações elétricas de baixa tensão, com o objetivo de garantir a segurança das pessoas, a proteção dos bens materiais e a eficiência operacional das instalações. Ela abrange uma série de aspectos técnicos, como o dimensionamento de condutores, o tipo de materiais a serem utilizados, os sistemas de aterramento e as medidas de proteção contra choques elétricos e incêndios (ABNT, 2004).

Sua aplicação é ampla, contemplando edificações de diversos tipos e porte, com a finalidade de assegurar que as instalações elétricas sejam realizadas de maneira segura, eficiente e conforme as melhores práticas do setor. A norma se tornou um pilar para a segurança elétrica no país, sendo constantemente revista para se manter atualizada frente aos avanços tecnológicos e às necessidades emergentes da sociedade (Junior, 2010).

Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise detalhada da NBR 5410, explorando sua evolução histórica, as atualizações mais significativas e os impactos dessas mudanças nas instalações elétricas de baixa tensão no Brasil. A pesquisa se concentra em compreender a importância de cada revisão da norma, seus objetivos e implicações no cenário atual, especialmente no que se refere a segurança e à eficiência das instalações elétricas. Além disso, será abordada a relação entre a NBR 5410 e outras normativas de segurança, como a NR 10, que regula a segurança em instalações e serviços com eletricidade. O estudo também se propõe a identificar os benefícios das atualizações da norma e como elas contribuem para a melhoria contínua da segurança nas instalações elétricas, além de discutir os desafios que os profissionais da área enfrentam ao aplicar essas normas no contexto atual. Com isso, espera-se oferecer uma visão abrangente e crítica sobre a NBR 5410, sua relevância e impacto no setor elétrico brasileiro.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

Analisar a evolução, as atualizações e os impactos da NBR 5410 nas instalações elétricas de baixa tensão no Brasil, destacando sua relação com a segurança, a eficiência e a padronização das práticas do setor elétrico.

2.2 Objetivos Específicos

- Investigar o contexto histórico que levou à criação da NBR 5410 e sua relação com a ABNT e demais normativas nacionais e internacionais;
- Identificar os principais critérios técnicos estabelecidos pela norma, como dimensionamento de condutores, aterramento, divisão de circuitos e sistemas de proteção;
- Comparar as diferentes versões da NBR 5410, destacando as alterações técnicas e estruturais introduzidas ao longo do tempo;
- Avaliar os impactos práticos das atualizações da norma nas instalações elétricas, considerando segurança, confiabilidade e eficiência;
- Examinar a relação entre a NBR 5410 e a NR 10, ressaltando como juntas contribuem para a proteção dos usuários e profissionais da área elétrica;
- Analisar dados de acidentes elétricos no Brasil, relacionando-os à aplicação da NBR 5410 em projetos e instalações;
- Discutir os desafios atuais e futuros na implementação da norma, frente às novas demandas do setor, como eficiência energética, energias renováveis e tecnologias inteligentes.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

A fundamentação teórica apresenta o processo de criação e consolidação da NBR 5410, contextualizando seu desenvolvimento histórico e técnico. São abordados o papel da ABNT na normatização, os critérios de dimensionamento de condutores, os sistemas de aterramento, a divisão de circuitos e as medidas de proteção das instalações. Além disso, o capítulo relaciona a norma à NR-10, destacando sua evolução e a análise de índices de acidentes, reforçando a relevância da padronização normativa para a segurança elétrica.

3.1 A criação da NBR5410

O subcapítulo expõe a importância da ABNT como entidade responsável pela regulamentação técnica no Brasil, descrevendo o contexto histórico que levou à criação da NBR 5410 diante da necessidade de unificação das práticas em instalações elétricas. Também detalha o processo de elaboração da norma, conduzido por meio de comissões técnicas que envolveram especialistas, concessionárias, órgãos reguladores e instituições de ensino, assegurando legitimidade e aderência às melhores práticas internacionais.

3.1.1 O que é a ABNT e seu papel na regulamentação das NBRs e NRs

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) foi criada em 1940, com o objetivo de padronizar as especificações técnicas de diversos setores industriais no Brasil, promovendo a qualidade e a competitividade do mercado. Antes da criação da ABNT, as normas técnicas eram baseadas em referências estrangeiras, muitas vezes sem a adaptação necessária às particularidades locais, o que gerava inconsistências e ineficiências nos processos (ABNT, 2011).

A ABNT surgiu, portanto, como uma resposta à necessidade urgente de um sistema nacional de normas técnicas, capaz de garantir a segurança, a eficiência e a confiabilidade de materiais e processos utilizados no país. Ela se consolidou ao longo dos anos, sendo responsável por coordenar e disseminar as normas técnicas, fundamentais para o avanço da indústria brasileira e para a padronização de práticas que garantem a qualidade e a competitividade no comércio (ABNT, 2011).

As Normas Regulamentadoras (NR) complementam a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e estabelecem direitos, deveres e obrigações para empregadores e trabalhadores, visando garantir um ambiente de trabalho seguro e saudável. Criadas inicialmente pela Portaria MTb nº 3.214/1978, essas normas passaram por ampliações e atualizações ao longo do tempo (Emprego, 2020).

Sua elaboração e revisão seguem um sistema tripartite, envolvendo governo, empregadores e trabalhadores, conforme diretrizes da OIT. A Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP) é responsável pela discussão e atualização das normas, buscando aprimorar a segurança e a saúde ocupacional (Emprego, 2020).

De acordo com (Camisassa, 2021), existem 35 normas regulamentadoras em vigor, divididas em dois grupos, um com uma natureza mais genérico e aplicam-se a todas as atividades econômicas, ao passo que outras alcançam atividades mais especificas.

Segundo (KATIA ALBANY, 2024), as Normas Regulamentadoras (NRs) e as Normas Brasileiras (NBRs) possuem diferenças fundamentais em relação à sua obrigatoriedade, origem e aplicação. As NRs são elaboradas pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e possuem caráter obrigatório, estabelecendo diretrizes para a segurança e saúde no trabalho.

Seu objetivo principal é garantir a proteção dos trabalhadores e padronizar procedimentos laborais, sendo fiscalizadas pelos órgãos competentes. Por outro lado, as NBRs são desenvolvidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), uma entidade privada sem fins lucrativos, com o intuito de padronizar processos, produtos e serviços. Embora não sejam obrigatórias por si só, podem se tornar mandatórias quando referenciadas por legislações, portarias ou contratos (KATIA ALBANY, 2024).

Além da questão da obrigatoriedade, as normas também se diferenciam em sua abordagem técnica. As NRs tratam de aspectos gerais de segurança e saúde no ambiente de trabalho, estabelecendo diretrizes amplas para diversas atividades laborais (KATIA ALBANY, 2024).

Já as NBRs possuem um caráter mais técnico e detalhado, apresentando especificações precisas sobre determinados procedimentos e requisitos de qualidade, outro ponto relevante é a disponibilidade dessas normas. Enquanto as NRs, por serem públicas e obrigatórias, são disponibilizadas gratuitamente, as NBRs, por serem

elaboradas por uma entidade privada, geralmente são comercializadas (KATIA ALBANY, 2024).

3.1.2 Contexto histórico da criação da NBR 5410

Publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a NBR5410, estabelece as condições para o funcionamento seguro e adequado de instalações elétricas de baixa tensão, até 1000V em corrente alternada e 1500V em corrente contínua, sendo aplicada em instalações prediais, públicas e comerciais. Seu principal objetivo é garantir a segurança de pessoas e animais, além do bom funcionamento e preservação dos bens envolvidos na instalação (Henrique Mattede, 2015a).

A primeira edição da norma de instalações elétricas data de 1941, baseada em documentos anteriores de 1914 e em um anteprojeto elaborado por especialistas. Inicialmente intitulada “Norma Brasileira para a Execução de Instalações Elétricas”, foi adotada de forma obrigatória pelo extinto DNIG (Departamento Nacional de Iluminação e Gás) (Hilton Moreno; José Rubens Alves de Souza, 2001).

A designação atual “NBR 5410” só se consolidou nos anos 1990; antes disso, a norma era conhecida como “NB-3”, conforme a nomenclatura original da ABNT. A sigla “NBR” passou a ser usada oficialmente a partir da segunda metade da década de 1970, após a criação do Inmetro e a exigência de registro das normas (Hilton Moreno; José Rubens Alves de Souza, 2001).

Até 1941, o setor elétrico brasileiro era fragmentado, com concessões locais operadas por empresas privadas estrangeiras, principalmente para iluminação e transporte urbano. Faltavam políticas públicas, planejamento centralizado e, sobretudo, uma padronização técnica para instalações elétricas. A ausência de critérios uniformes comprometia a segurança e a confiabilidade dos sistemas (Lorenzo, 2008).

Diante desse cenário, tornou-se urgente a criação de uma norma nacional que organizasse e unificasse as práticas. Foi nesse contexto que surgiu, em 1941, a primeira norma brasileira de instalações elétricas, um marco na busca por padronização e segurança no setor (Lorenzo, 2008).

No ano de 1980, não foi apenas o nome da NBR que sofreu alterações. Nessa edição, a norma passou por uma reformulação profunda, adotando como base um

modelo misto composto pela norma internacional IEC 60364 e pela norma francesa NFC 15-100 (Lima, 2017).

Além do expressivo aumento no número de páginas, cerca de 200, a nova versão teve sua estrutura completamente modificada, tornando-se mais detalhada e abrangente, em consonância com o avanço tecnológico crescente da época. A partir desse momento, a norma IEC 60364 passou a servir como principal referência para as atualizações da ABNT NBR 5410 (Lima, 2017).

3.1.3 Processo de elaboração da norma

A elaboração da NBR 5410 é resultado de um processo técnico e colaborativo, conduzido sob a coordenação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em especial por meio do Comitê Brasileiro de Eletricidade (CB-03). Este comitê é responsável por organizar as comissões de estudo que formulam as normas técnicas no setor elétrico, reunindo especialistas de diferentes segmentos da sociedade civil e da indústria (ABNT, 2011).

No caso da NBR 5410, a comissão responsável é a CE-03:064.01 – Instalações elétricas de baixa tensão, que desde suas primeiras versões contou com a participação de engenheiros eletricistas, representantes de concessionárias de energia elétrica, fabricantes de equipamentos, órgãos reguladores, instituições de ensino e centros de pesquisa (ABNT, 2011).

O processo de formulação da norma obedece a um ciclo normativo estruturado, composto por várias etapas: levantamento da demanda técnica, elaboração do projeto de norma, submissão à consulta nacional, consolidação das sugestões recebidas e, finalmente, publicação (ABNT, 2011).

Essa dinâmica assegura que a norma reflita os avanços tecnológicos e as necessidades do setor elétrico nacional. Como destaca a publicação da ABNT sobre normalização, a participação é aberta e democrática, permitindo contribuições da sociedade organizada, o que aumenta a legitimidade e a aplicabilidade do texto final (ABNT, 2011).

Desde a sua origem, a norma foi influenciada por padrões internacionais, como a IEC 60364 (International Electrotechnical Commission), especialmente a partir da década de 1980. Naquele período, houve uma reestruturação significativa da NBR

5410, tanto em forma quanto em conteúdo, com a incorporação de diretrizes da norma francesa NFC 15-100, que dialogava diretamente com a IEC (Ribeiro Júnior, 2013).

Essa atualização foi motivada pela necessidade de alinhar o Brasil às melhores práticas internacionais e acompanhar os avanços tecnológicos que vinham transformando as instalações elétricas prediais, industriais e comerciais (Junior, 2010).

Outro ponto relevante é que, apesar de a norma não ser de cumprimento obrigatório por si só, sua observância se torna mandatória sempre que for mencionada em legislações, contratos, normas regulamentadoras (como a NR 10) ou procedimentos de certificação. Assim, seu impacto regulatório é indireto, mas profundo. Em virtude disso, o cuidado em sua elaboração é redobrado, exigindo o envolvimento de técnicos altamente qualificados e consultas amplas com os setores afetados (Lorenzo, 2008)

Durante os ciclos de revisão da NBR 5410, vários temas despertaram debates técnicos intensos, como a obrigatoriedade do aterramento do condutor neutro, a definição de critérios para seccionamento e proteção de circuitos, e a adaptação da norma às realidades regionais do Brasil, incluindo áreas com infraestrutura precária (Lorenzo, 2008).

Esses pontos foram discutidos em seminários promovidos pela ABNT e por entidades como a Eletrobras e a Associação Brasileira de Engenharia Elétrica (ABEE), onde diferentes visões e realidades foram confrontadas, exigindo um equilíbrio entre rigor técnico, viabilidade econômica e aplicabilidade prática (Lorenzo, 2008).

O trabalho contínuo de atualização da NBR 5410 reflete o dinamismo do setor elétrico e o compromisso com a segurança das instalações. O processo de revisão atual, iniciado em 2015, por exemplo, visa incorporar temas como a integração com fontes renováveis (painéis fotovoltaicos), dispositivos eletrônicos de proteção mais modernos, e medidas adicionais de segurança para ambientes residenciais e comerciais (Meiko Isami; Bis, 2020).

A expectativa é que cada nova edição não apenas modernize os requisitos técnicos, mas também promova maior acessibilidade e compreensão por parte dos profissionais do setor, contribuindo diretamente para a redução de acidentes elétricos e para a melhoria da eficiência energética nas edificações (Meiko Isami; Bis, 2020).

3.2 Conteúdo técnico

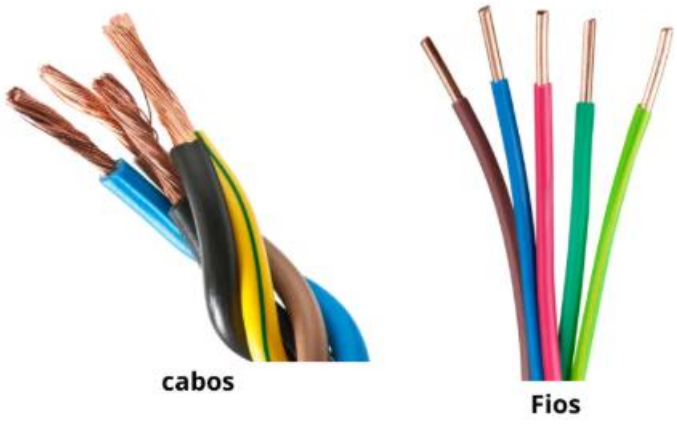
Este tópico apresenta os critérios técnicos estabelecidos pela NBR 5410 para o dimensionamento de condutores. São discutidos parâmetros como seção mínima, capacidade de condução de corrente, queda de tensão admissível e resistência aos efeitos térmicos de curto-circuito. Incluem-se também as orientações para os condutores de neutro e de proteção, evidenciando a necessidade de cálculos adequados para garantir a segurança, a confiabilidade e a conformidade das instalações elétricas.

3.2.1 Critérios para o dimensionamento de condutores

Segundo Júlio Niskier, considera-se condutor elétrico todo corpo composto por material com boa condutividade elétrica, utilizado para a transmissão de eletricidade. Em geral, é constituído por cobre eletrolítico, embora em algumas aplicações também se utilize o alumínio (Julio Niskier; Macintyre, 2015).

Todo fio é um condutor sólido, maciço, de seção circular, podendo ou não ter isolação. Já os cabos são formados por um conjunto de fios encordoados, que não possuem isolação entre si, sendo mais flexíveis do que um fio com a mesma capacidade de condução de corrente (Julio Niskier; Macintyre, 2015).

Figura 1. Tipos de condutores.



Fonte: EP Elétrica. Conheça o Guia Completo de Materiais Elétricos: Tudo que Você Precisa Saber para o seu Projeto. Disponível em: https://www.epeletrica.com.br/noticia/conheca-o-guia-completo-de-materiais-eletricos-tudo-que-voce-precisa-saber-para-o-seu-proje. Acesso em: 15 mai. 2025.

Ainda conforme (Julio Niskier; Macintyre, 2015), a seção nominal de um fio ou cabo corresponde à área da sua seção transversal, no caso dos cabos, trata-se da soma das seções dos fios que o compõem. Essa medida não leva em consideração a isolação ou a cobertura externa.

De acordo com a ABNT, os condutores elétricos devem ser especificados com base em sua seção transversal expressa em milímetros quadrados (mm^2), seguindo a escala padronizada pela IEC (International Electrotechnical Commission) (ABNT, 2004).

De acordo com ABNT, a seção dos condutores deve ser definida de maneira que atenda, no mínimo, a todos os critérios essenciais. É necessário que a capacidade de condução de corrente dos condutores seja igual ou superior à corrente de projeto do circuito (ABNT, 2004).

Além disso, deve-se garantir a proteção contra sobrecargas, bem como a proteção contra curtos-circuitos e os efeitos térmicos. A proteção contra choques elétricos, por meio do seccionamento automático da alimentação. Outro critério importante é o respeito aos limites máximos permitidos de queda de tensão. Por fim, é imprescindível observar as seções mínimas estabelecidas para os condutores (ABNT, 2004).

3.2.1.1 Critério por seção mínima

A seção dos condutores de fase, em circuitos de corrente alternada, e em circuitos de corrente contínua, não deve ser menor ao valor estabelecido nas tabelas de requisitos técnicos da NBR 5410. Esses valores mínimos garantem que os condutores sejam capazes de suportar as correntes previstas em regime normal, assegurando a confiabilidade e a segurança da instalação (ABNT, 2004).

Tabela 1. Seção mínima dos condutores.

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm² - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu
		Circuitos de força	10 Cu 16 Al

	Condutores nus	Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
Linhas flexíveis com cabos isolados		Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
		Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu
		Circuitos a extrabaixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu

Fonte: ABNT, NBR5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão, página 113.

3.2.1.2 Capacidade de condução de corrente

A capacidade de condução de corrente é um dos critérios fundamentais no dimensionamento de condutores elétricos. Ela determina a corrente máxima que um condutor pode transportar continuamente sem que sua temperatura ultrapasse os limites estabelecidos para o tipo de isolação utilizado. Segundo a NBR 5410, essa capacidade é influenciada por fatores como o método de instalação, o tipo de isolação, a temperatura ambiente e o número de condutores agrupado (Ribeiro Júnior, 2013).

João Mamede Filho destaca que o dimensionamento adequado dos condutores deve considerar as condições reais de instalação, aplicando fatores de correção conforme necessário. Por exemplo, em ambientes com temperaturas superiores a 30°C, é essencial aplicar um fator de correção para garantir que o condutor opere dentro dos limites térmicos seguros (Filho, 2007).

Hélio Creder enfatiza a importância de selecionar a seção transversal adequada do condutor com base na corrente de projeto, ajustada pelos fatores de correção pertinentes. Ele também ressalta que a escolha do método de instalação influencia significativamente a dissipação de calor e, consequentemente, a capacidade de condução de corrente (Creder, 2016).

A NBR 5410 fornece tabelas que auxiliam na determinação da capacidade de condução de corrente dos condutores. É importante observar que os valores a seguir são baseados em condições padrão de temperatura ambiente (30°C) e que devem ser ajustados conforme as condições específicas da instalação (ABNT, 2004). A figura presente no anexo A apresenta uma ilustração explicativa.

Segundo (Ribeiro Júnior, 2013), o número de condutores agrupados em um mesmo eletroduto ou canaleta pode afetar a dissipação de calor, exigindo a aplicação de fatores de correção adicionais. Por exemplo, para três condutores carregados em

um eletroduto, o fator de correção pode ser 0,8, reduzindo a capacidade de condução de corrente admissível.

Ainda conforme (Ribeiro Júnior, 2013), a escolha do tipo de isolação também influencia a capacidade de condução de corrente. Condutores com isolação em PVC, por exemplo, têm uma temperatura máxima de operação de 70°C, enquanto os com isolação em EPR ou XLPE podem operar até 90°C.

3.2.1.3 Limite de queda de tensão

A queda de tensão é outro critério essencial no dimensionamento de condutores elétricos. Ela refere-se à redução de tensão que ocorre ao longo do condutor devido à resistência elétrica, o que pode afetar o desempenho dos equipamentos conectados (ABNT, 2004).

A NBR 5410 estabelece limites máximos de queda de tensão para garantir o funcionamento adequado dos dispositivos elétricos. A queda tensão é diretamente proporcional ao comprimento e a resistividade do condutor e inversamente proporcional a sua seção, sendo determinada pela diferença entre a tensão na entrada da instalação e a tensão nos pontos de consumo (ABNT, 2004).

Conforme (Filho, 2007), enfatiza a importância de calcular a queda de tensão considerando a corrente de carga, o comprimento do circuito e a resistência do condutor. Ele apresenta a fórmula básica para o cálculo da queda de tensão em circuitos monofásicos:

$$Sc = \frac{200 * \rho * \Sigma (Lc * Ic)}{\Delta Vc * Vin} (mm^2)$$

Onde:

- ρ – Resistividade do material condutor (mm²/m);
- Lc – Comprimento do circuito (m);
- Ic – Corrente total do circuito (A);
- ΔVc – Queda de tensão admitida no projeto (%);
- Vin − Tensão entre fase e neutro (V)

Quanto para circuitos trifásicos:

$$Sc = \frac{100 * \sqrt{3} * \ \rho * \ \Sigma \ (Lc * Ic)}{\Delta Vc * V3ø} \ (mm^2)$$

$V3ø$ – Tensão entre fases (V)

De acordo com a (ABNT, 2004), a queda de tensão nos pontos de utilização deve obedecer a limites específicos, conforme a origem do fornecimento de energia elétrica. Para instalações alimentadas a partir dos terminais secundários de transformadores de média para baixa tensão (MT/BT), sejam esses transformadores de propriedade da unidade consumidora ou da concessionária, quando este for o ponto de entrega, a queda de tensão admissível é de até 7%.

No caso de fornecimento em tensão secundária de distribuição com ponto de entrega convencional, o limite máximo permitido é de 5% a partir desse ponto. Já para unidades consumidoras que dispõem de gerador próprio, a queda de tensão deve ser limitada a 7% a partir dos terminais de saída do gerador (ABNT, 2004).

No processo de dimensionamento dos condutores, o critério predominante varia conforme o comprimento do circuito. Para trechos curtos, geralmente inferiores a 15 metros, adota-se como referência a máxima capacidade de condução de corrente ou a seção mínima exigida pela norma (Creder, 2016).

Em contrapartida, para circuitos mais longos, o critério determinante passa a ser o limite de queda de tensão permitido, visando assegurar o bom desempenho dos equipamentos elétricos conectados (Creder, 2016).

3.2.1.4 Capacidade de corrente de curto-circuito

Pode ser admitido, de acordo com (Filho, 2007), dois critérios para o dimensionamento do condutor de fase com base no curto-circuito:

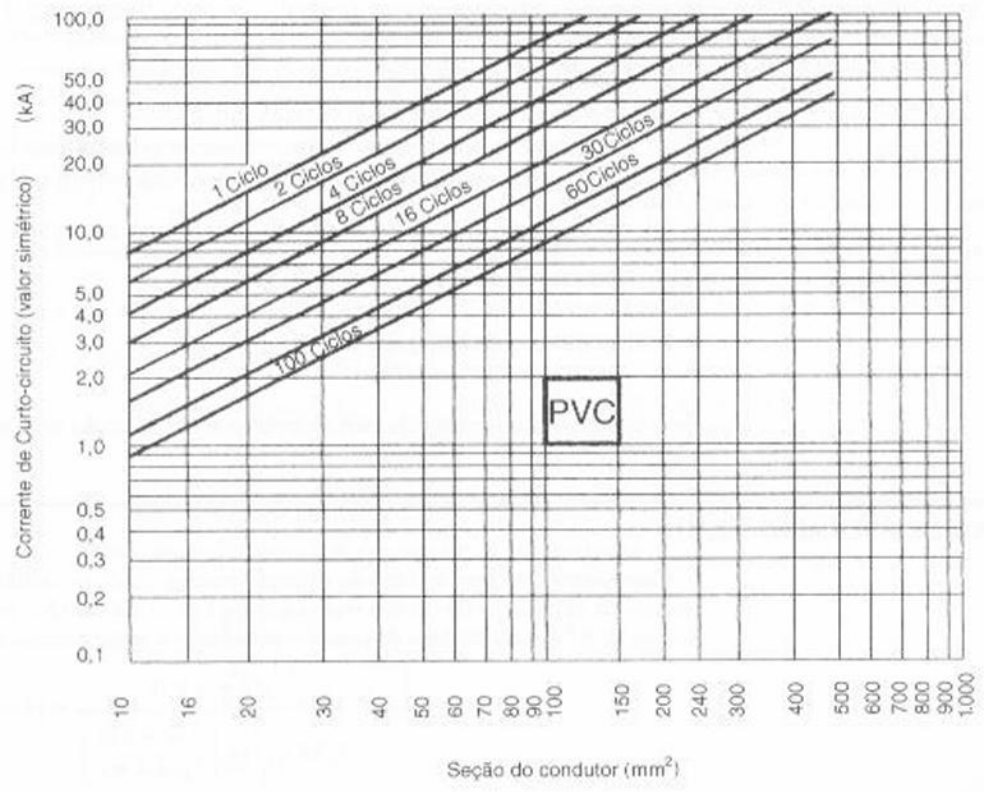
I. Limitação da seção do condutor para uma faixa de corrente de curto-circuito

No dimensionamento dos condutores, é fundamental conhecer os níveis de corrente de curto-circuito nos diversos pontos da instalação, já que os efeitos térmicos dessas correntes podem comprometer o isolamento dos cabos. Condutores

dimensionados para o regime normal de carga apresentam limitações significativas para conduzir correntes de curto-circuito, que podem ser até 100 vezes maiores que as correntes de carga (Filho, 2007).

Essa limitação está relacionada ao tempo máximo que o condutor pode suportar a corrente de defeito sem danificar a isolação. Com base na imagem a seguir, para cabos com isolação em PVC 70°C é possível determinar a corrente de curto-circuito admissível, a seção adequada do condutor e o tempo máximo de condução sem comprometer o material isolante (Filho, 2007).

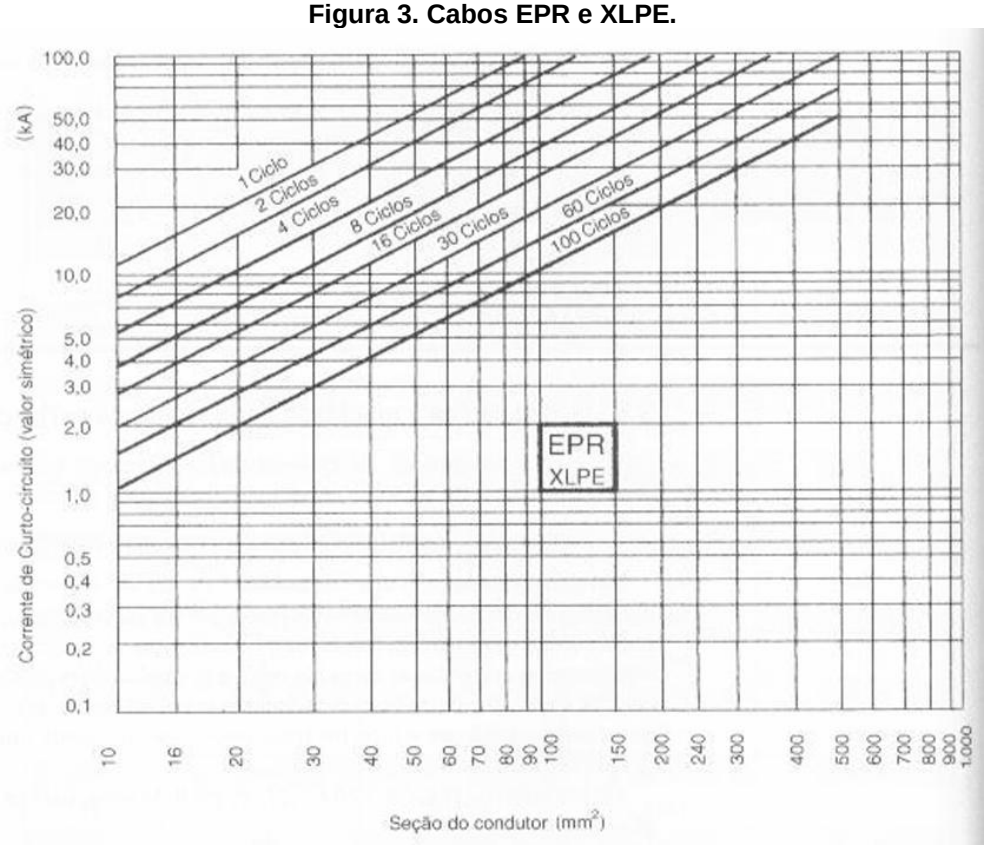
Figura 2. Cabo PVC.



Fonte: FILHO; MAMEDE (2007, p. 131).

Da mesma forma para os cabos XLPE e EPR, a ilustração abaixo nos mostra como dimensionar a seção do condutor para este grupo (Filho, 2007).

Figura 3. Cabos EPR e XLPE.



Fonte: FILHO; MAMEDE (2007, p. 132).

Com isso a seção do condutor pode ser determinada pela equação abaixo:

$$Sc \frac{\sqrt{Tc * Ict}}{0{,}34 * \sqrt{\log(\frac{234 + Tf}{234 + Ti})}}$$

Onde:

- Ict – Corrente simétrica de curto-circuito (kA);
- Tc – Tempo de eliminação de defeito (s);
- Tf – Temperatura máxima de curto-circuito suportada pela isolação (ºC);
- Ti - Temperatura máxima admissível pelo condutor em regime normal de operação (ºC).

II. Limitação do comprimento do circuito em função da corrente de curto-circuito entre fase e terra

O comprimento de um circuito deve ser limitado em função da atuação do dispositivo de proteção para uma dada corrente de curto-circuito fase e terra no ponto de sua instalação. A equação a seguir permite definir o comprimento máximo do circuito trifásico em função das impedâncias dos vários componentes do sistema (Filho, 2007).

$$Lc = \frac{\frac{0{,}95 * Vs}{\sqrt{3} * Is} - Zmp}{\frac{2 * Zip}{1000}} \ (m)$$

Onde:

- Vs – Tensão entre fases do sistema (V);
- Is – Corrente de curto-circuito que assegura a atuação da proteção da barra de onde deriva o circuito de comprimento Lc;
- Zmp – Impedância da sequência positiva desde a fonte até a barra de onde deriva o circuito já referido (Ω);
- Zip – Impedância de sequência positiva do circuito a jusante da barra, ou seja, aquela que tem seu valor limitado ao comprimento Lc (Ω).

3.2.1.5 Condutor de Neutro

A norma orienta que o condutor neutro não deve ser compartilhado entre dois ou mais circuitos. Em circuitos monofásicos, recomenda-se que o neutro tenha a mesma seção que o condutor de fase. Para circuitos trifásicos, quando a taxa de terceira harmônica e seus múltiplos for superior a 15%, a seção do neutro não deve ser inferior à do condutor de fase. Caso essa taxa esteja entre 15% e 33%, admite-se que o neutro tenha a mesma seção da fase (ABNT, 2004).

Se a taxa ultrapassar 33%, o condutor neutro poderá ter seção superior à do condutor de fase. Em circuitos trifásicos com condutores de fase cuja seção seja maior que 25 mm², é permitido que o neutro tenha seção reduzida em relação aos condutores de fase, desde que respeite os valores mínimos estabelecidos na tabela a seguir (ABNT, 2004).

Tabela 2. Seção mínima de neutro.

Seção dos condutores de fase mm²	Seção reduzida do condutor de neutro mm²
S ≤ 25	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

Fonte: ABNT, NBR5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão, página 115.

3.2.1.6 Condutor de Proteção

Caso o metal do condutor de proteção seja o mesmo do condutor de fase, a seção mínima do condutor de proteção, poderá seguir a tabela abaixo:

Tabela 3. Condutor de proteção.

Seção dos condutores de fase S mm²	Seção mínima do condutor de proteção correspondente mm²
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2

Fonte: ABNT, NBR5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão, página 150.

Segundo (Prysmian, *[S.d.]*), a seção do condutor de proteção que não estiver incluído no mesmo cabo ou no mesmo conduto fechado dos condutores de fase deve ser, no mínimo, de 2,5 mm² em cobre ou 16 mm² em alumínio, caso possua proteção contra danos mecânicos. Quando não houver essa proteção, a seção mínima deve ser de 4 mm² em cobre ou 16 mm² em alumínio.

3.3 Aterramento

O aterramento consiste na ligação de um equipamento ou sistema à terra, seja por razões de proteção ou por exigências de funcionamento. Sua principal função é garantir que as correntes de falta ou de fuga possam escoar para a terra de forma segura, protegendo as pessoas e assegurando o bom funcionamento das instalações.

O condutor de proteção é identificado pela sigla PE, o neutro pela letra N, e quando ambas as funções estão combinadas em um único condutor, utiliza-se a sigla PEN (Julio Niskier; Macintyre, 2015).

O sistema de aterramento é composto por dois elementos principais: o condutor de proteção, que interliga as massas e os elementos condutores estranhos à instalação até um terminal de aterramento principal, e o eletrodo de aterramento, que é um condutor ou conjunto de condutores (geralmente em forma de barras) em contato direto com o solo, podendo formar uma malha de terra, também conectado ao terminal de aterramento (Filho, 2007).

Conforme a (ABNT, 2004), a simbologia literal utilizada para designar os sistemas de aterramento segue uma padronização. A função e descrição de cada letra está descrita na tabela a seguir:

Tabela 4. Padronização das funcionalidades das letras.

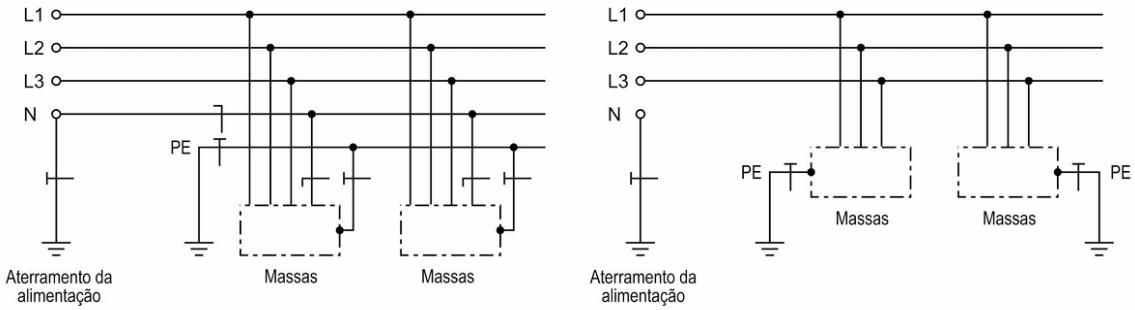
Letra	Função	Descrição
Primeira	Situação da alimentação em relação à terra	T - Diretamente aterrado; I – isolação de todas as partes vivas em relação à terra ou aterramento de um ponto através de impedância.
Segunda	Situação das massas da instalação em relação à terra	T - Massas diretamente aterradas, independentemente do aterramento eventual de um ponto da alimentação; N - Massas ligadas ao ponto da alimentação aterrado (em corrente alternada, o ponto aterrado é normalmente o ponto neutro).
Outras(eventuais)	Disposição do condutor neutro e do condutor de proteção	S - Funções de neutro e de proteção asseguradas por condutores distintos; C - Funções de neutro e de proteção combinadas em um único condutor (condutor PEN).

Fonte: ABNT, NBR5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão, página 14.

3.3.1 Esquema TT

A (ABNT, 2004), informa que para um aterramento do tipo TT deve ter um ponto da alimentação diretamente aterrado, enquanto as massas da instalação são conectadas a eletrodos de aterramento que são eletricamente separados do eletrodo utilizado para o aterramento da alimentação. Conforme imagem a seguir:

Figura 4. Aterramento TT.

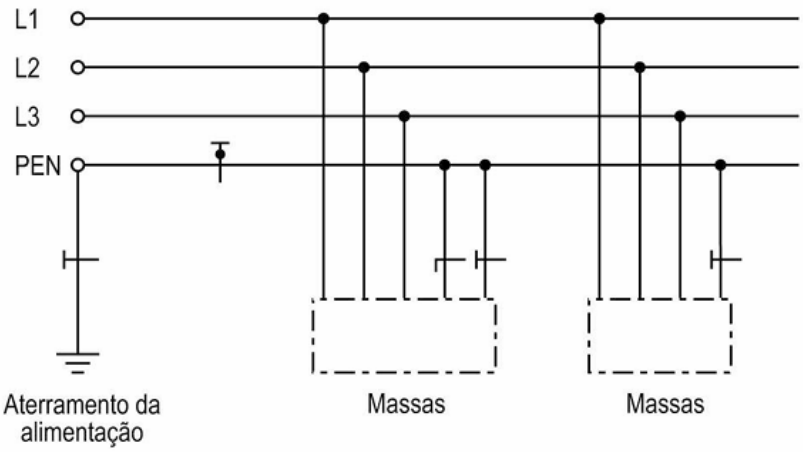


Fonte: ABNT, NBR5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão, página 16.

3.3.2 Esquema TN

No esquema TN, um ponto da alimentação é diretamente aterrado, e as massas da instalação são conectadas a esse ponto por meio de condutores de proteção. Esse esquema possui três variações, que se diferenciam pela forma como os condutores neutro e de proteção são dispostos. No esquema TN-C, as funções de neutro e proteção permanecem combinadas em um único condutor ao longo de todo o sistema (ABNT, 2004).

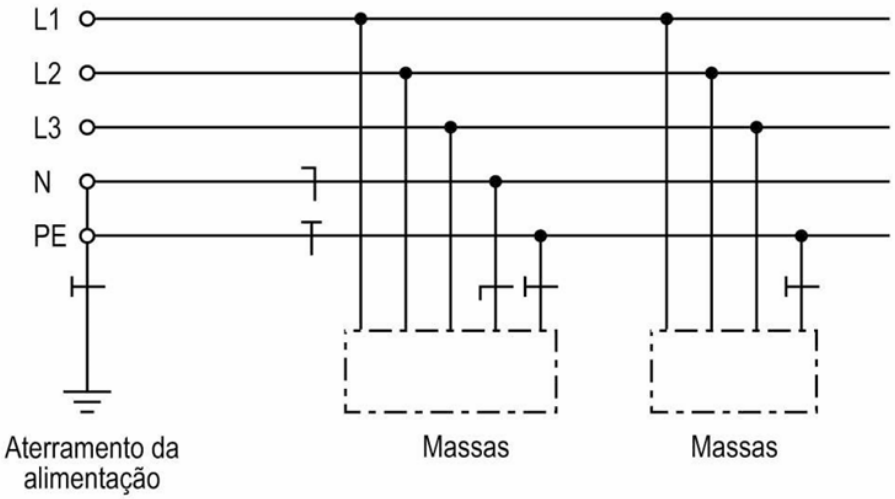
Figura 5. Aterramento TNC.



Fonte: ABNT, NBR5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão, página 16.

No esquema TN-S, os condutores neutro e de proteção são separados ao longo de toda a instalação (ABNT, 2004).

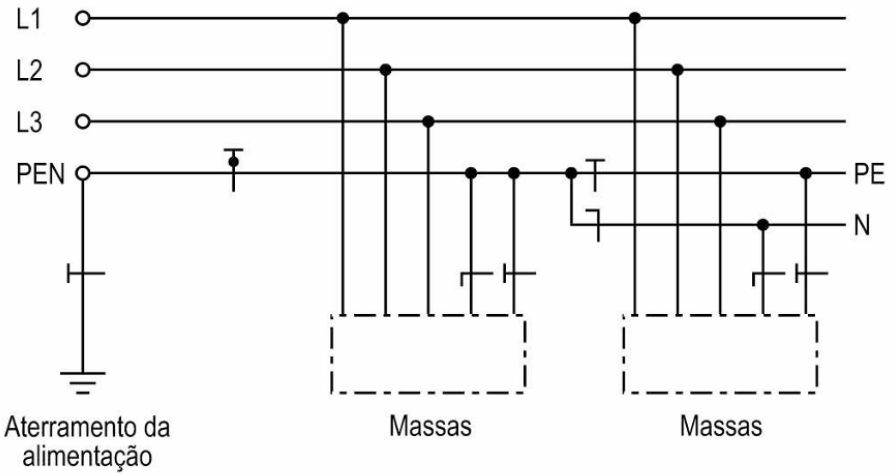
Figura 6. Aterramento TNS.



Fonte: ABNT, NBR5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão, página 15.

No esquema TN-C-S, as funções de neutro e proteção são combinadas em um único condutor em parte da instalação, sendo posteriormente separadas (ABNT, 2004).

Figura 7. Aterramento TNCS.

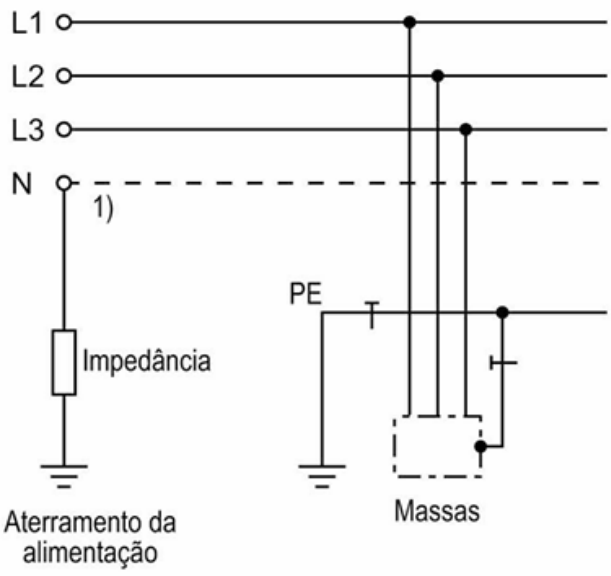


Fonte: ABNT, NBR5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão, página 15.

3.3.3 Esquema IT

No esquema IT, as partes vivas da instalação são mantidas isoladas da terra ou conectadas a ela por meio de uma impedância. As massas são aterradas, e isso pode ocorrer de duas maneiras: utilizando o mesmo eletrodo de aterramento da alimentação, caso ele exista, ou por meio de eletrodos próprios, seja pela ausência de eletrodo na alimentação, seja pela escolha de manter separados os sistemas de aterramento das massas e da alimentação (Filho, 2007).

Figura 8. Aterramento IT.



Fonte: ABNT, NBR5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão, página 17.

3.4 Divisão de circuitos

Segundo a (ABNT, 2004), uma instalação elétrica deve ser subdividida em tantos circuitos quanto forem necessários, sendo que cada um deve ser projetado de forma a permitir seu seccionamento sem o risco de realimentação acidental por outro circuito. Essa divisão deve atender a diversos critérios, como:

- Garantir a segurança, evitando que a falha de um único circuito interrompa o fornecimento de energia em toda uma área;
- Favorecer a conservação de energia, permitindo o acionamento controlado de sistemas de iluminação e climatização conforme a demanda;
- Atender a requisitos funcionais, possibilitando a criação de diferentes ambientes, como em auditórios, salas de reunião, áreas de lazer e espaços de demonstração;
- Otimizar a produção, reduzindo as paralisações causadas por falhas e;
- Facilitar a manutenção, permitindo inspeções e reparos com mais eficiência.

3.4.1 Iluminação

Para fins de cálculo de dimensionamento dos circuitos de iluminação, a (ABNT, 2004), estabelece os seguintes critérios de carga mínima:

- Para cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m²: deve-se considerar uma carga mínima de 100 VA.
- Para cômodos ou dependências com área superior a 6 m²: adota-se 100 VA para os primeiros 6 m², acrescidos de 60 VA para cada incremento completo de 4 m².

A (ABNT, 2004), destaca que esses valores são utilizados exclusivamente para o cálculo e dimensionamento dos circuitos elétricos, não refletindo necessariamente a potência real das lâmpadas instaladas no ambiente.

3.4.2 Tomadas

De acordo com (Norberto Nery, 2005), as regras de distribuição listadas a seguir seguem as recomendações da NBR 5410, seção 9.5.3, e são descritas da seguinte forma:

a) Deve ser previsto um circuito exclusivo para cada ponto de força ou tomada de uso específico (TUE), ou seja, para equipamentos cuja corrente nominal ultrapasse 10 A.
b) As tomadas de uso geral (TUGs) da cozinha devem ser alimentadas por circuitos com carga instalada de, no máximo, 1.800 VA. Para efeito de cálculo, considera-se que as três primeiras tomadas da cozinha são de 600 VA cada. Recomenda-se evitar o uso de tomadas de 600 VA e 100 VA no mesmo circuito.
c) Para as tomadas de uso geral da cozinha e/ou lavanderia, aplica-se também o limite de 1.800 VA por circuito, considerando que as três ou duas primeiras tomadas desses ambientes são de 600 VA cada. Esses circuitos devem ser exclusivos para os respectivos locais.
d) As tomadas de uso geral (TUGs) de ambientes como sala, quarto e corredor devem ser alimentadas por circuitos cuja carga não ultrapasse 1.200 VA em redes de 127 V ou 2.400 VA em redes de 220 V.
e) Os pontos de luz devem ser agrupados em circuitos com carga máxima de 1.200 VA para 127 V ou 2.400 VA para 220 V.

3.5 Proteção das instalações

Segundo a (ABNT, 2004) NBR 5410, 2004, estabelece os critérios técnicos para o uso e dimensionamento desses dispositivos, incluindo disjuntores, fusíveis, DRs (dispositivos diferenciais residuais) e DPSs (dispositivos de proteção contra surtos).

Os dispositivos de proteção são elementos essenciais nas instalações elétricas de baixa tensão, uma vez que têm como função principal garantir a integridade da instalação e a segurança das pessoas contra riscos de choques elétricos, sobrecorrentes e curtos-circuitos A correta aplicação desses elementos protege condutores, equipamentos e usuários, além de contribuir com a confiabilidade e eficiência das instalações elétricas (ABNT, 2004).

3.5.1 Proteção contra sobretensões

O DPS, sigla para Dispositivo de Proteção contra Surtos, é um equipamento previsto pelas normas ABNT NBR 5410 e NBR 5419, destinado à proteção das

instalações elétricas e de equipamentos eletroeletrônicos contra sobretensões, surtos e transientes, sejam eles causados por descargas atmosféricas ou por manobras na rede da concessionária (AVILA, 2010).

Sua função é agir apenas quando necessário, permanecendo inativo em condições normais de operação e, ao identificar uma sobretensão, criar rapidamente um caminho de baixa impedância para escoamento da energia excedente. Existem diferentes tecnologias de DPS, cada uma adequada a aplicações e situações específicas (AVILA, 2010).

O uso do DPS é essencial em qualquer instalação elétrica, especialmente em edificações, para garantir a segurança de pessoas, equipamentos e da própria estrutura. Mesmo sendo comum no setor elétrico, é importante destacar sua aplicação em construções, já que sua função principal é detectar sobretensões transitórias e desviar a corrente de surto para o sistema de aterramento (Hilton Moreno; José Rubens Alves de Souza, 2001).

Seu funcionamento do DPS é extremamente rápido, acontece em frações de segundo, e por isso o disjuntor comum nem sempre identifica essa atuação. Nesse momento, ocorre uma condução direta entre a fase e terra, sem causar prejuízos à instalação elétrica (Hilton Moreno; José Rubens Alves de Souza, 2001).

3.5.1.1 Classificação dos DPS

Segundo, (AVILA, 2010), os DPS podem ser classificados em três grupos baseados na capacidade de suportas diferentes tipos de surtos e intensidades de surtos, sendo eles:

- **Classe I:** São dispositivos desenvolvidos para suportar elevadas correntes de surto, típicas de descargas atmosféricas diretas. Seu uso é recomendado em painéis principais de edificações industriais ou em locais com alta incidência de raios.
- **Classe II:** Adequados para conter surtos de energia moderada, geralmente provocados por manobras na rede elétrica ou por descargas atmosféricas indiretas. Normalmente são instalados em quadros de distribuição secundários.
- **Classe III:** Projetados para oferecer uma camada final de proteção a equipamentos eletrônicos sensíveis localizados próximos ao ponto de uso,

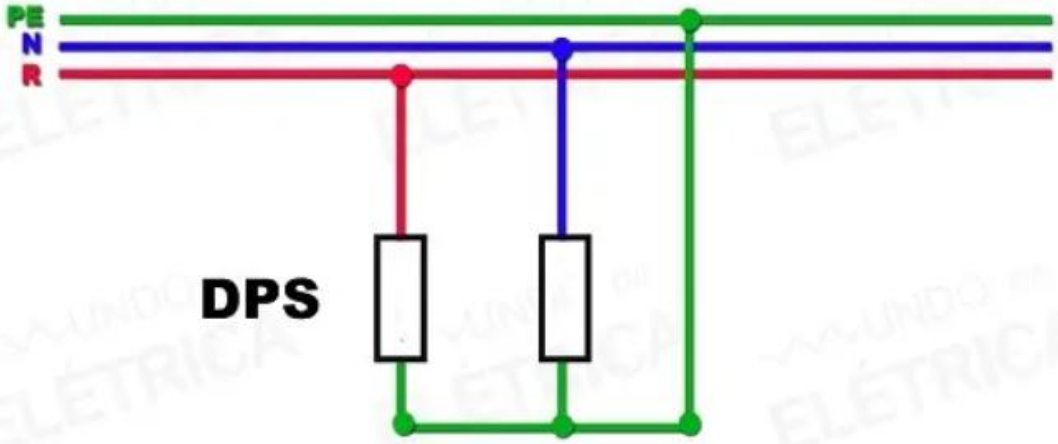
como televisores, computadores e outros aparelhos domésticos ou profissionais.

3.5.1.2 Formas de instalação

De acordo com (Henrique Mattede, 2018), o DPS é conectado em paralelo ao circuito de alimentação e atua como uma chave normalmente aberta. Quando ocorre um surto de tensão, o dispositivo se fecha momentaneamente e direciona a maior parte da corrente para o sistema de aterramento. Sua instalação, que geralmente é feita no quadro de distribuição, se assemelha à de um disjuntor.

Segundo (Henrique Mattede, 2018), dentro desse contexto, os terminais de entrada do DPS recebem as fases e o neutro, enquanto a saída é conectada aos condutores que levam a corrente ao aterramento. Para garantir o desempenho eficiente do DPS, é essencial que o sistema de aterramento esteja em boas condições e funcionando adequadamente. Para circuitos monofásicos o esquema de ligação está ilustrado abaixo:

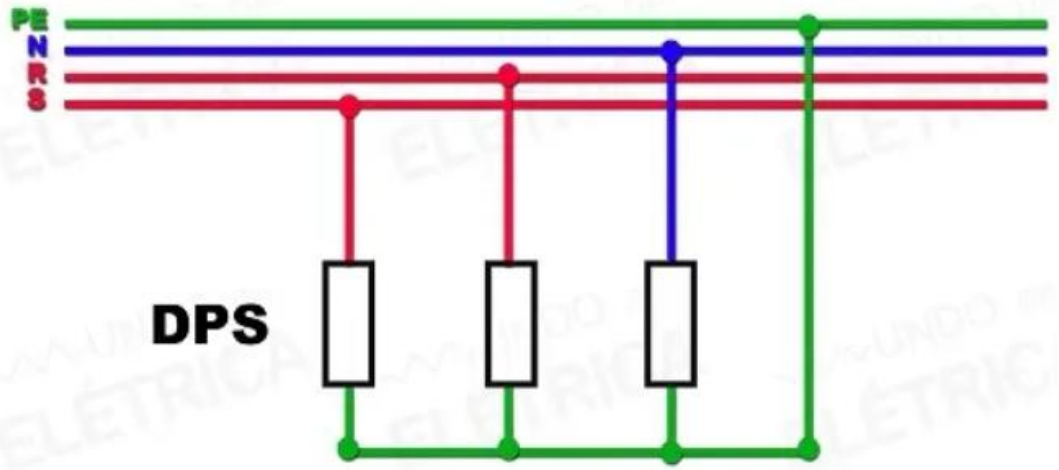
Figura 9. DPS ligado em rede monofásica.



Fonte: Mundo da Elétrica. Instalação de DPS em quadro de distribuição. Disponível em: https://www.mundodaeletrica.com.br/instalacao-de-dps-em-quadro-de-distribuicao/. Acesso em: 20 mai. 2025.

A imagem a seguir mostra o esquema de ligação para rede bifásica (Henrique Mattede, 2018).

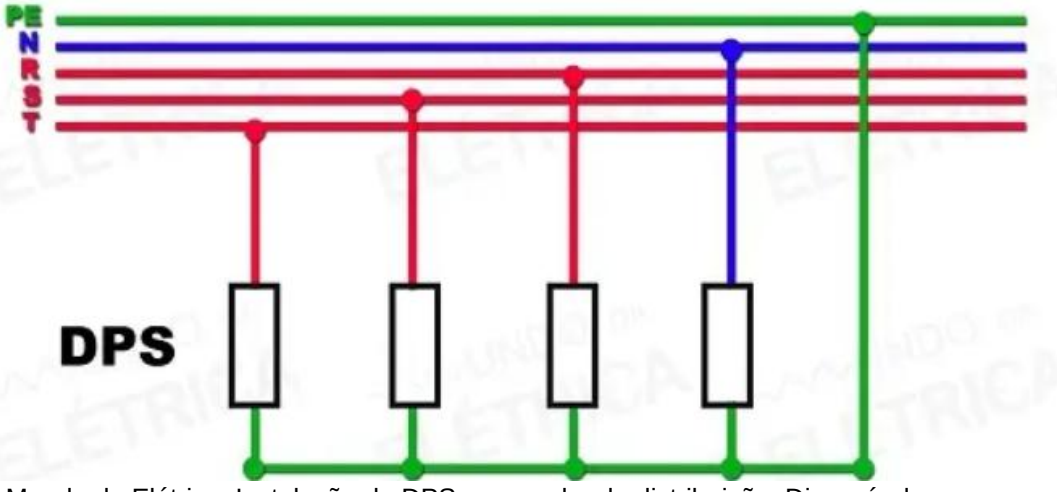
Figura 10. DPS ligado em rede bifásica.



Fonte: Mundo da Elétrica. Instalação de DPS em quadro de distribuição. Disponível em: https://www.mundodaeletrica.com.br/instalacao-de-dps-em-quadro-de-distribuicao/. Acesso em: 20 mai. 2025.

Já para ligação em rede trifásica, (Henrique Mattede, 2018), diz que deve ser ligado conforme a imagem abaixo:

Figura 11. DPS ligado em rede trifásica.



Fonte: Mundo da Elétrica. Instalação de DPS em quadro de distribuição. Disponível em: https://www.mundodaeletrica.com.br/instalacao-de-dps-em-quadro-de-distribuicao/. Acesso em: 20 mai. 2025.

3.5.2 Proteção contra fuga de corrente

Os dispositivos de proteção diferencial podem ser encontrados em duas formas principais: o IDR (Interruptor Diferencial Residual) e o DDR (Disjuntor Diferencial Residual). Os modelos com sensibilidade de 30 mA são classificados como de alta sensibilidade e são amplamente utilizados para proteção contra choques elétricos. O

IDR tem a função específica de detectar correntes de fuga à terra e desligar o circuito, prevenindo acidentes (Mário da Rosa João, *[S.d.]*).

No entanto, por não proteger contra sobrecorrentes, ele deve sempre ser instalado em conjunto com um disjuntor. Já o DDR combina ambas as funções em um único dispositivo, oferecendo proteção tanto contra sobrecorrentes (como um disjuntor comum) quanto contra fugas de corrente, o que o torna eficiente na prevenção de choques elétricos em pessoas e animais, além de danos aos equipamentos (Mário da Rosa João, *[S.d.]*).

Conforme estabelece a (ABNT, 2004), no item 5.1.3.2.2, é obrigatória a utilização de dispositivos diferenciais residuais (DR) de alta sensibilidade para a proteção contra choques elétricos em circuitos e locais que apresentem determinadas condições específicas. Entre essas situações, destacam-se:

- Tomadas localizadas em áreas externas à edificação, bem como aquelas instaladas internamente que possam alimentar equipamentos no exterior;
- Todos os pontos elétricos instalados em banheiros;
- Pontos de utilização em cozinhas, copas, áreas de serviço, garagens e demais ambientes internos com presença frequente de umidade ou que estejam sujeitos a lavagens;
- Pontos localizados no volume 2 de piscinas e, em determinadas circunstâncias, também no volume 1, salvo se houver outra medida de proteção equivalente;

Além disso, o uso de DRs também se estende a instalações não residenciais que apresentem condições semelhantes, como cozinhas industriais, lavanderias, garagens e demais áreas internas úmidas ou sujeitas à higienização constante (Mário da Rosa João, *[S.d.]*).

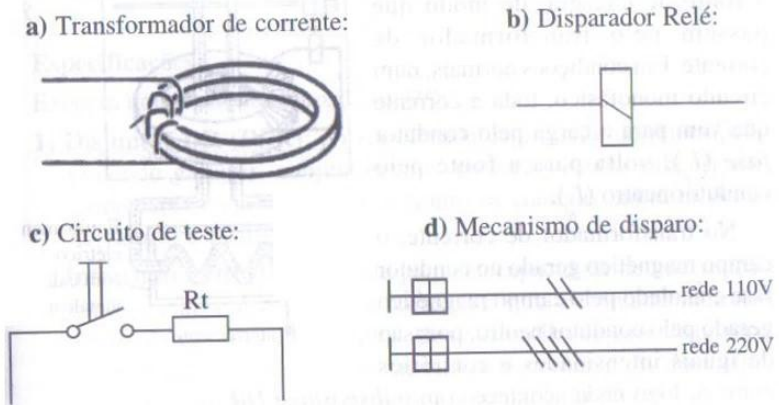
3.5.2.1 Funcionamento

Segundo Norberto, o IDR opera com base no princípio da detecção de desequilíbrios entre as correntes que entram e saem de um circuito. Em condições normais, a corrente que flui pelos condutores de fase e neutro é equilibrada, resultando em uma soma vetorial igual a zero (Norberto Nery, 2005).

No entanto, quando ocorre uma fuga de corrente para a terra, esse equilíbrio é interrompido. O IDR detecta essa diferença e, ao ultrapassar um valor predeterminado

(geralmente 30 mA), desarma o circuito, interrompendo o fornecimento de energia (Norberto Nery, 2005).

Figura 12. Constituição interna do DR.

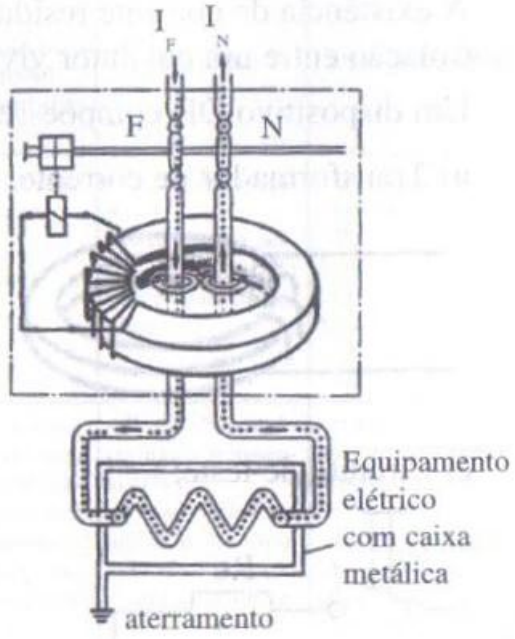


Fonte: NERY (2005, p. 157).

Ainda de acordo com (Norberto Nery, 2005), para que o dispositivo DR funcione corretamente, todos os condutores que transportam corrente entre a carga e a fonte de energia devem passar pelo seu transformador de corrente. Em circuitos monofásicos, em condições normais, a corrente que sai da fonte pelo condutor de fase (I_F) retorna através do condutor neutro (I_N).

Conforme (Norberto Nery, 2005) enfatiza no interior do transformador de corrente, os campos magnéticos gerados pelos condutores de fase e neutro se anulam, pois têm a mesma intensidade, mas sentidos opostos. Dessa forma, não há ação sobre o mecanismo do DR, e o circuito permanece energizado, conforme figura abaixo:

Figura 13. DR em condições normais.

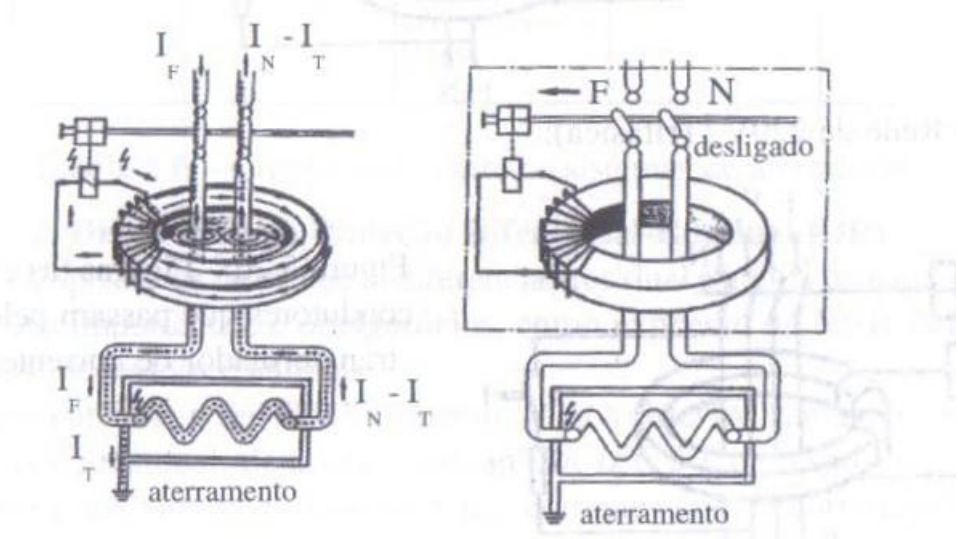


Fonte: NERY (2005, p. 158).

Entretanto, caso ocorra uma fuga de corrente (I_T), por exemplo, para o aterramento através da carcaça metálica de um equipamento, essa corrente não retorna pelo neutro, passando fora do transformador. Isso provoca um desequilíbrio entre as correntes de entrada e saída, gerando um campo magnético no transformador (Norberto Nery, 2005).

Esse campo induz uma tensão no enrolamento secundário, que aciona o relé de disparo. O relé, então, desliga o circuito, abrindo os contatos do DR e interrompendo o fornecimento de energia (Norberto Nery, 2005).

Figura 14. DR atuando.



Fonte: NERY (2005, p. 158).

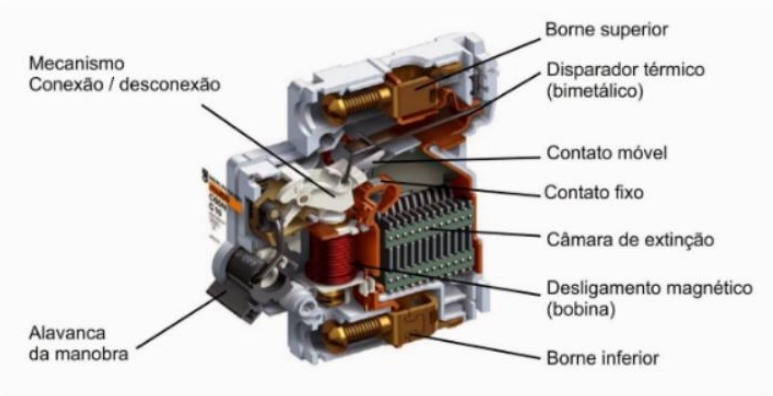
3.5.3 Proteção contra curto-circuito e sobrecorrente

Segundo (Julio Niskier; Macintyre, 2015), os disjuntores são dispositivos utilizados tanto para proteção quanto para manobras em sistemas elétricos. Eles têm a função de conduzir e interromper a corrente elétrica em condições normais de operação, bem como em situações anormais, como curtos-circuitos ou sobrecargas.

Um curto-circuito ocorre quando dois ou mais condutores entram em contato direto, sem o devido isolamento elétrico. Já a sobrecarga é caracterizada pelo aumento da corrente acima do valor nominal suportado pelo circuito, geralmente devido a fatores externos (Julio Niskier; Macintyre, 2015).

O termo "termomagnético" resulta da combinação de dois princípios: o térmico e o magnético, que correspondem às duas formas de atuação dos disjuntores. A atuação térmica baseia-se na aplicação da "integral de Joule", bem como nos conceitos de dilatação térmica e transferência de calor entre materiais metálicos. Já o princípio magnético tem como fundamento as Equações de Maxwell, que descrevem o comportamento dos campos magnéticos (Filho, 2007).

Figura 15. Partes internas de um disjuntor.



Fonte: Exclusiva Engenharia. Disjuntores Termomagnéticos. Disponível em: https://www.exclusivaengenharia.com.br/disjuntores. Acesso em: 20 jun. 2025.

De acordo com (Henrique Mattede, 2015b), para a proteção magnética o disjuntor possui uma bobina (indutor) com um pistão em seu centro, sem contato físico entre eles. Quando a corrente elétrica está dentro do valor nominal, o campo magnético gerado pela bobina não afeta o pistão.

Entretanto (Henrique Mattede, 2015b), enfatiza que, em caso de curto-circuito, o aumento repentino da corrente intensifica o campo magnético, induzindo o pistão.

Essa indução faz o pistão se mover e acionar o mecanismo de abertura do disjuntor, interrompendo o circuito e protegendo a instalação elétrica.

Quanto a proteção térmica, (Henrique Mattede, 2015b), ressalta que o mesmo conta com uma chapa bimetálica responsável pela proteção. Essa proteção ocorre pelo efeito Joule, onde a passagem de corrente elétrica gera calor. Em situações normais, a chapa suporta o aquecimento sem se deformar. No entanto, quando a corrente ultrapassa o valor nominal, o calor gerado faz com que a chapa se curve, acionando um mecanismo que interrompe o circuito, protegendo-o contra sobrecarga.

3.5.3.1 Curvas

De acordo com (Street, *[S.d.]*) a curva de ruptura de um disjuntor define o tipo de carga que ele pode proteger, determinando tanto o tempo quanto a intensidade da corrente acima do valor nominal que o disjuntor pode suportar antes de desarmar. As curvas mais comuns são B, C e D:

- **Curva B**: Atua quando a corrente ultrapassa de 3 a 5 vezes o valor nominal. Por exemplo, um disjuntor de 10A com curva B desarma entre 30A e 50A. É recomendado para cargas resistivas, como chuveiros e aquecedores.
- **Curva C**: Opera quando a corrente atinge de 5 a 10 vezes o valor nominal. Um disjuntor de 10A com essa curva atuaria entre 50A e 100A. Ideal para circuitos com cargas indutivas, como motores e sistemas de iluminação.
- **Curva D**: Desarma entre 10 e 20 vezes a corrente nominal. Um disjuntor de 10A, por exemplo, abriria o circuito entre 100A e 200A. Indicado para circuitos com grandes motores ou transformadores, que apresentam picos altos de corrente na partida.

3.6 Contexto histórico da NR-10

Em 8 de junho de 1978, foi publicada a Portaria nº 3.214, responsável por aprovar as Normas Regulamentadoras (NRs) referentes à Segurança e Medicina do Trabalho. Essas normas passaram a ter cumprimento obrigatório pelas empresas e tratam de diferentes aspectos voltados tanto às condições de trabalho quanto à saúde dos trabalhadores(Camargo, 2012)**.**

A atenção voltada aos riscos provenientes da eletricidade no Brasil iniciou-se com a criação da NR 10 em 1978. Nos anos 1990, esse regulamento passou por um processo de revisão, culminando em sua atualização no ano de 2004. A versão revisada trouxe mudanças significativas, sobretudo em relação às documentações exigidas, aos procedimentos de segurança e à incorporação das normas da ABNT, que passaram a ser parte integrante da NR 10 (ALMEIDA, 2017).

Dados de acidentes de trabalho levantados pelo Ministério do Trabalho e Emprego evidenciaram que setores como geração de energia, siderurgia, metalurgia, distribuição de energia e construção civil eram os que mais registravam vítimas e profissionais acidentados (Camargo, 2012)**.**

No ano de 1998, o governo definiu como meta reduzir em 40% os acidentes elétricos até 2002. Para tanto, foram realizadas algumas medidas emergenciais, consistindo principalmente em ações de bloqueio imediato e fiscalizações superficiais, sem aprofundamento técnico (Camargo, 2012).

A NR 10 foi elaborada com a finalidade de estabelecer requisitos e condições mínimas para a implementação de medidas de controle e sistemas de prevenção, assegurando a saúde e a integridade dos trabalhadores que, de forma direta ou indireta, atuam em instalações e serviços envolvendo eletricidade (Camargo, 2012).

Essa norma regulamentadora se aplica a todas as etapas que envolvem a eletricidade, abrangendo geração, transmissão, distribuição e consumo. Também contempla as fases de projeto, construção, montagem, operação, manutenção e atividades executadas nas proximidades das instalações elétricas (Camargo, 2012).

3.6.1 Evoluções da NR-10

A instituição da NR-10 ocorreu em paralelo ao processo de expansão do setor elétrico no Brasil e ao crescimento das atividades industriais. Esse cenário exigiu maior utilização da eletricidade, expondo os trabalhadores a diferentes tipos de riscos (Daniel Moraes Barros; Nascimento, 2024).

No ano de 2004, a norma passou por uma revisão abrangente, cujo objetivo foi adequar e detalhar as exigências de segurança diante das transformações industriais e tecnológicas. Essa atualização introduziu práticas mais rigorosas de gestão de riscos, incluindo a análise prévia de perigos e a exigência de qualificação formal para

os profissionais que desempenham atividades com eletricidade(Daniel Moraes Barros; Nascimento, 2024).

A revisão também trouxe novas medidas de caráter preventivo, como a obrigatoriedade da sinalização e o uso de equipamentos de proteção individual e coletiva. Essas exigências ampliaram a proteção, não apenas contra choques elétricos, mas também contra queimaduras, quedas e riscos relacionados a trabalhos em altura ou em espaços confinados (Daniel Moraes Barros; Nascimento, 2024).

Nos anos seguintes, a norma recebeu atualizações pontuais que reforçaram os procedimentos de segurança, tanto em instalações desenergizadas quanto em ambientes energizados, acompanhando os avanços tecnológicos e os resultados de estudos de acidentes (Daniel Moraes Barros; Nascimento, 2024)

Comparando-se os índices de acidentes e mortes da década de 1980 com os da década de 2010, nota-se uma expressiva queda nos casos fatais, demonstrando a efetividade das medidas preventivas e dos requisitos de qualificação adotados. Entretanto, entre 2011 e 2020, a letalidade por riscos elétricos manteve-se alta em algumas regiões, especialmente naquelas em que a aplicação da norma foi parcial ou careceu de fiscalização adequada (Emprego, 2025).

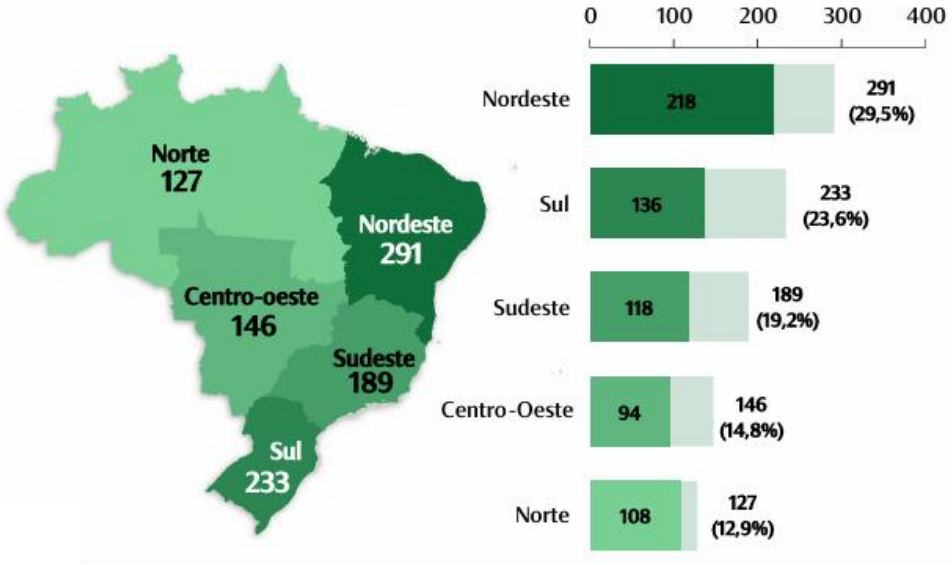
3.6.2 Índices de acidentes

Grande parte dos acidentes ocorre em razão de ações inadequadas ou da ausência de atitudes preventivas por parte do ser humano. Quando se trata de um agente com alto potencial de risco, como a eletricidade, as consequências tendem a ser ainda mais graves. As estatísticas disponíveis refletem a dimensão desse problema (Martins, 2021).

Um levantamento realizado em 2020 pela Abracopel apontou a ocorrência de 583 incêndios causados por sobrecarga elétrica. Desses, 26 resultaram em mortes e 557 não tiveram vítimas fatais. No mesmo período, foram registrados 853 casos de choque elétrico, dos quais 162 não tiveram óbitos e 691 levaram a mortes (ABRACOPEL, 2024).

O choque elétrico é considerado o risco mais crítico relacionado às atividades com eletricidade. Além dele, também se destacam outros perigos, como queimaduras, incêndios e quedas decorrentes do trabalho em condições inseguras (Martins, 2021).

Figura 16. Total de acidentes por choques elétricos, por região do país.



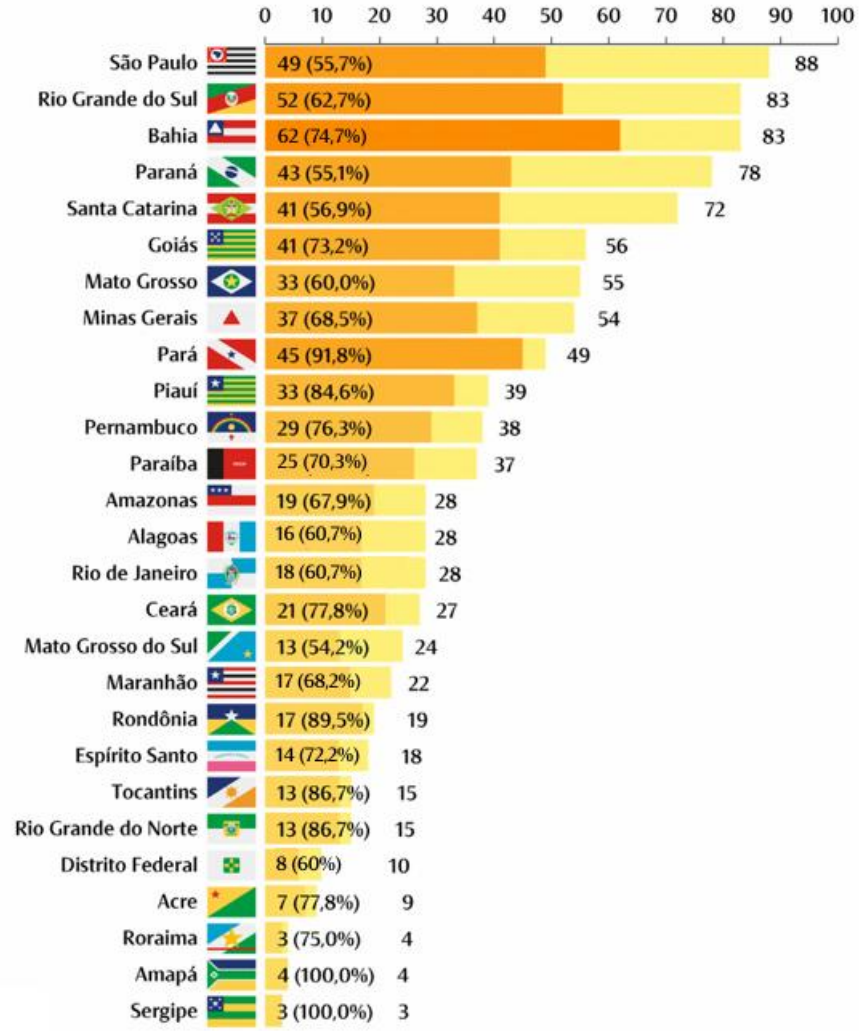
Fonte: Abracopel, 2024.

A figura acima, mostra que no ano de 2023, dentro de uma escala de 0 até 400, a região nordeste tem como acidentes fatais envolvendo elétrica, 218 de um total de 291. Totalizando todas as regiões, temos um total de 674 acidentes fatais de 986.

O Nordeste se destaca como a região com maior número absoluto de acidentes decorrentes de choques elétricos. Grande parte desses casos, sobretudo em edificações, poderia ser evitada com a adoção de sistemas de aterramento adequados e a utilização de dispositivos de proteção contra fuga de corrente, como o Dispositivo Diferencial Residual (DR), previsto na norma ABNT NBR 5410:2008 (ABRACOPEL, 2024).

Apesar disso, um levantamento sobre as instalações elétricas residenciais no Brasil mostra que apenas 21% das moradias contam com a presença do DR e somente 52% possuem condutor de proteção destinado ao aterramento (ABRACOPEL, 2024).

Figura 17. Ranking nacional de acidentes e mortes por choques elétricos.



Fonte: Abracopel, 2024.

Embora o estado da Bahia tenha liderado o ranking nacional de acidentes por choques elétricos por quase dez anos, em 2021, o estado de São Paulo assumiu o topo. Entretanto, com relação aos acidentes fatais, o estado da Bahia continua na liderança. Interessante observar o alto número de acidentes e mortes no estado do Pará, sendo este o estado com a maior relação acidente x morte com 91,8%, ou seja, dos 49 acidentes por choques elétricos no Pará, 45 foram fatais (ABRACOPEL, 2024).

4 ATUALIZAÇÕES DA NBR 5410: ANÁLISE DAS VERSÕES

O capítulo analisa as atualizações da NBR 5410, destacando o contexto histórico de cada versão e as principais alterações técnicas implementadas. As mudanças envolvem, entre outros aspectos, aprimoramentos na proteção contra choques elétricos, no dimensionamento de componentes, na qualidade dos projetos, na separação de circuitos e nos sistemas de aterramento. São examinados ainda os impactos práticos dessas modificações nas instalações elétricas e a relação comparativa entre a NBR 5410 e a NR-10, demonstrando a complementaridade entre ambas para a promoção da segurança e da eficiência no setor elétrico.

4.1 Histórico e Contexto das Atualizações da NBR 5410

A NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão, publicada pela primeira vez em 1973, foi concebida com o objetivo de estabelecer requisitos mínimos de segurança e funcionalidade para instalações elétricas em ambientes residenciais, comerciais e industriais com tensões até 1000 V em corrente alternada e até 1500 V em corrente contínua (ABNT, 2004).

Sua criação representou um marco regulatório importante no Brasil, num período de crescimento urbano e industrial acelerado, em que o uso da eletricidade se expandia com intensidade, mas sem diretrizes técnicas unificadas e suficientemente modernas (ABNT, 2004).

A edição de 1973 refletia as condições técnicas da época: sistemas elétricos ainda rudimentares, práticas muitas vezes empíricas e ausência de dispositivos de proteção mais sofisticados. A norma estabeleceu, então, critérios básicos para o dimensionamento de condutores, aterramento de sistemas e proteção contra sobrecorrentes e choques elétricos, promovendo um primeiro nível de padronização das práticas instaladoras no país (Meiko Isami; Bis, 2020).

Com o aumento da complexidade das edificações, o avanço de dispositivos eletrônicos e a elevação das exigências de segurança, tornou-se necessária uma atualização substancial. Assim, em 1997, a NBR 5410 passou por uma profunda reformulação (MELO; ALMEIDA, 2024).

Essa edição introduziu o conceito de seccionamento automático da alimentação em caso de falhas, exigiu o uso de Dispositivos Diferenciais Residuais

(DRs) em áreas molhadas e sistemas gerais, definiu os esquemas de aterramento TN, TT e IT e modernizou o tratamento do dimensionamento térmico e de queda de tensão dos condutores (MELO; ALMEIDA, 2024).

Também incorporou preceitos de segurança elétrica mais alinhados às diretrizes internacionais, com destaque para a IEC 60364, da International Electrotechnical Commission (MELO; ALMEIDA, 2024).

Em 2004, uma nova revisão foi publicada, mantendo a estrutura da versão de 1997, mas promovendo aprimoramentos técnicos importantes. Foram introduzidas exigências mais claras para ambientes com atmosferas explosivas, instalações hospitalares, áreas molhadas, além de reforço na continuidade elétrica de condutores de proteção (PE) e detalhamento sobre equipotencialização. A norma passou a dar atenção ampliada à compatibilidade eletromagnética (EMC) e à correta coordenação entre dispositivos de proteção (ABNT, 2004).

Mais recentemente, o texto base para a próxima revisão da norma foi disponibilizado como Projeto de Revisão da NBR 5410, publicado em 2021 para consulta nacional (CRUZ, 2017).

Essa proposta contempla importantes inovações técnicas, acompanhando tendências como a eficiência energética, a incorporação de tecnologias inteligentes em edificações, a integração com sistemas fotovoltaicos, infraestrutura para carregamento de veículos elétricos, e uma abordagem ainda mais rigorosa quanto ao uso de DRs e proteção contra falhas de isolamento (CRUZ, 2017).

A proposta também atualiza o conceito de esquemas de aterramento e reorganiza a estrutura da norma em conformidade com a evolução da IEC 60364 e outras normas internacionais correlatas (CRUZ, 2017).

4.2 Principais Alterações Técnicas nas Versões da NBR 5410

As alterações técnicas introduzidas ao longo das atualizações da NBR 5410 refletem um processo contínuo de aperfeiçoamento das práticas de instalação elétrica no Brasil, em consonância com os avanços tecnológicos, a elevação dos padrões internacionais de segurança e a crescente complexidade dos sistemas elétricos modernos (Lima, 2017).

Desde a década de 1970, o Brasil tem acompanhado a evolução da eletrotécnica, e a norma tem cumprido o papel de sistematizar os requisitos mínimos

de projeto, execução e verificação das instalações de baixa tensão, com foco na segurança de pessoas e bens (Lima, 2017).

Segundo Lorenzo, um dos aspectos centrais das modificações técnicas ao longo das edições da norma diz respeito à proteção contra choques elétricos, cuja abordagem foi substancialmente ampliada e refinada ao longo do tempo (Lorenzo, 2008).

Na versão de 1997, e especialmente a partir da edição de 2004, a norma passou a exigir explicitamente o uso de dispositivos de proteção a corrente diferencial residual (DR) em circuitos que alimentam tomadas de corrente em áreas internas e externas suscetíveis à umidade, como cozinhas, banheiros e áreas de serviço (Lorenzo, 2008).

Essa exigência se baseia em uma abordagem de proteção complementar, agregada à proteção básica - isolamento das partes vivas - e à proteção automática - desligamento automático da alimentação em caso de falha (Lorenzo, 2008).

A proteção contra choques também foi fortemente reforçada pelo avanço nas exigências relativas ao sistema de equipotencialização e continuidade elétrica dos condutores de proteção (PE). A norma passou a prever que todas as massas metálicas acessíveis e elementos condutores estranhos à instalação, como tubulações metálicas e estruturas, devem ser interligadas ao barramento principal de equipotencialização, conectado ao sistema de aterramento (Filho, 2007).

Essa exigência visa eliminar a diferença de potencial entre partes condutivas simultaneamente acessíveis, mitigando os riscos de choque em falhas de isolamento (Filho, 2007).

O sistema de aterramento também foi objeto de importante evolução normativa. A edição de 2004 consolidou a obrigatoriedade do uso de esquemas de aterramento TT, TN-S ou TN-C-S, de acordo com as características do fornecimento e da edificação (ABNT, 2004).

O dimensionamento do condutor de proteção e do condutor de aterramento passou a seguir critérios técnicos estabelecidos com base na seção do condutor fase e na corrente presumida de curto-circuito, conforme tabelas e fórmulas específicas descritas na própria norma, alinhando-se ao que já era preconizado em normas internacionais como a IEC 60364 (ABNT, 2004).

Com a evolução da norma, particularmente nas versões de 1997 e 2004, passou-se a exigir que o dimensionamento dos condutores considerasse diversos

parâmetros, como: capacidade de condução de corrente dos cabos conforme o método de instalação, queda de tensão máxima admissível, agrupamento de circuitos, temperatura ambiente, tipo de isolação e regime de carregamento (Julio Niskier; Macintyre, 2015).

Além disso, a proteção contra sobrecorrentes (sobrecarga e curto-circuito) passou a ser vinculada diretamente à capacidade dos condutores, buscando evitar o risco de sobreaquecimento e incêndios elétricos (Julio Niskier; Macintyre, 2015).

A versão de 2021 avançou ainda mais ao sistematizar a exigência de avaliação da corrente de curto-circuito presumida e à verificação da capacidade de interrupção dos dispositivos de proteção, como disjuntores e fusíveis. Essa mudança técnica visa assegurar que os dispositivos de proteção operem de forma adequada, mesmo em situações de falha severa, o que é essencial para a integridade da instalação e segurança dos usuários (ABNT, 2011).

Outro ponto de destaque é a inclusão e detalhamento de novos dispositivos de proteção nas últimas versões da norma. Os Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS), por exemplo, passaram a ser exigidos em instalações onde há risco de sobretensão transitória de origem atmosférica ou com linhas externas expostas, como em zonas rurais e áreas com alta incidência de descargas elétricas (AVILA, 2010).

Esses dispositivos são essenciais para proteger equipamentos eletroeletrônicos sensíveis, reduzindo danos causados por surtos de tensão (AVILA, 2010).

A versão de 2021 também incorporou exigências associadas à eficiência energética, como o estímulo à utilização de condutores com seções otimizadas, evitando perdas excessivas por efeito Joule, e à organização de circuitos de forma a favorecer manutenções e expansões futuras, o que também contribui para a sustentabilidade das instalações (Lima, 2017).

Também foram incluídas recomendações sobre instalações em edificações com tecnologias avançadas (como edifícios inteligentes), exigindo compatibilidade eletromagnética e controle automatizado de cargas, aspectos cada vez mais presentes nos sistemas prediais modernos (Lima, 2017).

Em síntese, as principais alterações técnicas nas versões da NBR 5410 indicam uma transformação contínua e profunda nas práticas de projeto e execução de instalações elétricas. A norma, hoje, não apenas define critérios mínimos, mas

representa uma base normativa que exige planejamento detalhado, domínio técnico e visão preventiva dos profissionais do setor elétrico (Lima, 2017).

Essa evolução tem sido crucial para a elevação do nível de segurança, funcionalidade e confiabilidade das instalações elétricas brasileiras, alinhando-se aos mais elevados padrões internacionais (Lima, 2017).

4.3 Impactos Técnicos das Atualizações nas Instalações Elétricas

As atualizações da NBR 5410, que regulamenta as instalações elétricas de baixa tensão, têm gerado impactos técnicos significativos, refletindo melhorias substanciais na segurança, no dimensionamento dos componentes e na qualidade dos projetos elétricos (Lima, 2017).

Essas mudanças visam, sobretudo, a redução de acidentes, a prevenção de falhas elétricas e a otimização da durabilidade dos sistemas, alinhando as instalações elétricas brasileiras aos padrões internacionais e às melhores práticas do setor (Lima, 2017).

4.3.1 Proteção contra Choques Elétricos

As versões mais recentes da NBR 5410 trouxeram um foco renovado na proteção contra choques elétricos, estabelecendo a obrigatoriedade de dispositivos de proteção como o DR (Dispositivo de Relação) e o DPS (Dispositivo de Proteção contra Surto) (Henrique Mattede, 2015a).

Esses dispositivos são fundamentais para garantir a segurança tanto de pessoas quanto de equipamentos, interrompendo automaticamente o fornecimento de energia quando detectam a presença de correntes de fuga ou surtos de tensão (Henrique Mattede, 2015).

O DR é particularmente eficaz em áreas com maior risco de contato direto com partes energizadas, como banheiros e cozinhas, onde a umidade pode aumentar o risco de choques elétricos. Já o DPS visa proteger os equipamentos eletrônicos sensíveis contra surtos de tensão, comuns em regiões sujeitas a descargas atmosféricas. Essas inovações desempenham um papel crucial na redução de acidentes fatais e na preservação dos sistemas elétricos (Mário da Rosa João, *[S.d.]*).

4.3.2 Dimensionamento de Componentes

Outra alteração importante refere-se ao dimensionamento de componentes elétricos, especialmente em relação aos cabos e condutores. As atualizações introduziram novas tabelas de corrente máxima para diversos tipos de cabos, facilitando o cálculo do dimensionamento correto (ADRIEL DE OLIVEIRA, 2017).

Isso é essencial para garantir que os condutores sejam adequados às necessidades específicas de cada instalação, evitando sobrecargas e garantindo a eficiência energética (ADRIEL DE OLIVEIRA, 2017).

Ao considerar fatores como o tipo de isolação, o agrupamento de cabos e a temperatura ambiente, a norma assegura que os sistemas elétricos sejam adequados às condições de operação, prevenindo aquecimento excessivo e danos por sobrecarga. Esse aprimoramento também contribui para a durabilidade dos cabos e outros componentes, reduzindo a necessidade de manutenção e aumentando a vida útil das instalações elétricas (Julio Niskier; Macintyre, 2015).

4.3.3 Qualidade dos Projetos Elétricos

A qualidade dos projetos é outro ponto de grande relevância nas atualizações da NBR 5410. A norma passou a enfatizar a importância de um projeto bem estruturado como fator crucial para a segurança das instalações. Agora, exige-se que os projetos elétricos contemplem não só o dimensionamento adequado, mas também a organização dos circuitos, a especificação correta de dispositivos de proteção e a identificação clara dos pontos de aterramento (Lorenzo, 2008).

Essa abordagem busca a redução de acidentes e a melhoria na eficiência dos sistemas, garantindo que as instalações sejam seguras desde o projeto até a execução. A norma também destaca a importância da capacitação dos profissionais envolvidos no processo, o que está diretamente relacionado à qualidade dos projetos e à execução das instalações elétricas (Lorenzo, 2008).

4.3.4 Separação de Circuitos

Uma atualização relevante nas versões recentes da NBR 5410 refere-se à separação de circuitos. A norma agora estabelece que os circuitos de iluminação,

tomadas e tomadas específicas não devem ultrapassar 10A em circuitos residenciais e comerciais. Esta mudança busca otimizar a distribuição de energia e evitar sobrecargas, aumentando a segurança e a eficiência dos sistemas (Norberto Nery, 2005).

Além disso, a separação de circuitos facilita a identificação de falhas e a manutenção, uma vez que os circuitos são mais especializados e podem ser testados individualmente sem afetar outros componentes do sistema elétrico (Norberto Nery, 2005).

4.3.5 Aterramento

O sistema de aterramento também sofreu importantes atualizações, com a NBR 5410 agora exigindo que todo circuito elétrico possua um condutor-terra adequado. Essa medida visa garantir a equipotencialização das partes metálicas das instalações, prevenindo riscos de choques elétricos em caso de falha (Filho, 2007).

A norma também especifica que o tipo de aterramento mais comum deve ser o TT, enquanto os tipos TN-S ou TN-C podem ser utilizados em situações específicas. Essa atualização contribui significativamente para reduzir a tensão de toque em partes expostas, como estruturas metálicas, aumentando a segurança geral da instalação e prevenindo falhas causadas por fugas de corrente (Filho, 2007).

4.3.6 Circuito de Motores

A NBR 5410 também trouxe modificações para os circuitos de motores, incluindo a especificação de equipamentos e proteções necessárias. Agora, a norma detalha as exigências de proteção contra sobrecarga e curtos-circuitos, além de considerar as características específicas dos motores utilizados em instalações comerciais e industriais (Filho, 2007).

O uso de dispositivos de proteção adequados é essencial para prevenir falhas que possam afetar tanto a segurança quanto a eficiência operacional dos motores (Filho, 2007).

4.3.7 Áreas Especiais

Em áreas com riscos específicos, como zonas de explosão ou ambientes com alta umidade, a NBR 5410 estabelece critérios rigorosos para evitar ignições acidentais. Nestes casos, são exigidos equipamentos à prova de explosão ou sistemas com proteção adicional, como a utilização de materiais e dispositivos específicos que garantem a segurança nessas condições adversas (ABNT, 2004).

Além disso, são consideradas outras influências externas que podem afetar a instalação elétrica, como umidade, temperaturas extremas ou risco de explosões, o que exige medidas adicionais de proteção (ABNT, 2004).

4.3.8 Eletrocalhas, Eletrodutos e Condutores

A norma também trouxe diretrizes mais detalhadas sobre o dimensionamento de eletrocalhas, eletrodutos e condutores, garantindo a eficiência e a segurança na instalação de condutores em ambientes industriais e comerciais. Esses componentes são fundamentais para a organização das instalações e a proteção dos cabos contra danos mecânicos e interferências externas (ABNT, 2004).

4.3.9 Disjuntores

A NBR 5410 estabelece a utilização obrigatória de disjuntores para proteção contra sobrecarga e curtos-circuitos, instrumentos fundamentais para garantir a segurança da instalação elétrica. Os disjuntores ajudam a proteger não só os componentes da instalação, mas também os usuários, ao interromperem rapidamente o circuito em caso de falha (CRUZ, 2017).

4.3.10 Treinamento e Conscientização

Além das modificações técnicas, a NBR 5410 também coloca ênfase no treinamento e conscientização dos profissionais envolvidos nas instalações elétricas. O objetivo é promover a educação contínua sobre as melhores práticas de segurança e instalação, garantindo que os técnicos e engenheiros estejam sempre atualizados e preparados para realizar projetos e instalações de acordo com as normas vigentes (Camisassa, 2021).

4.4 Comparação entre NBR 5410 e NR 10 no Contexto das Atualizações

As atualizações recentes da NBR 5410 evidenciam uma crescente convergência com os princípios estabelecidos pela NR 10, demonstrando que a normatização técnica das instalações elétricas de baixa tensão não pode mais ser dissociada das diretrizes de segurança do trabalho (Camisassa, 2021).

Embora a NBR 5410, de natureza técnica, trate predominantemente da padronização de projetos e execuções de instalações elétricas em baixa tensão, a NR 10, de caráter normativo trabalhista, tem como foco a preservação da integridade física dos profissionais que interagem com essas instalações (Camisassa, 2021).

Historicamente, a relação entre as duas normas já se fazia presente, mas era tratada de forma complementar. A NBR 5410 estabelecia os parâmetros técnicos de desempenho das instalações, como o correto dimensionamento dos condutores, a adoção de sistemas de aterramento eficazes e o uso de dispositivos de proteção como disjuntores e DRs (Lorenzo, 2008).

Por ouro lado, NR 10 impunha obrigações quanto ao treinamento dos profissionais, análise de risco, procedimentos de bloqueio e sinalização, e manutenção preventiva (Lorenzo, 2008).

No entanto, a partir das revisões mais recentes, especialmente da versão de 2004 da NBR 5410, e mais intensamente com os debates em torno da revisão em andamento desde 2021, observa-se uma ampliação no escopo da norma técnica, aproximando-se dos preceitos da segurança ocupacional (Camisassa, 2021).

Um exemplo claro dessa integração é a maior ênfase que a NBR 5410 passou a dar à segurança ativa e passiva das instalações, reforçando exigências que estão em consonância com a NR 10, como a obrigatoriedade de sistemas de proteção eficazes contra choques elétricos e contatos indiretos (Filho, 2007).

A norma técnica passou a considerar não apenas o funcionamento seguro da instalação, mas também a exposição dos usuários e trabalhadores aos riscos associados à eletricidade, sobretudo em ambientes comerciais e industriais de maior complexidade (Filho, 2007).

Outro ponto de convergência diz respeito à manutenção das instalações elétricas. A NR 10 exige que todas as intervenções em instalações elétricas sejam realizadas com base em documentação técnica atualizada e por profissionais

habilitados e capacitados, com treinamentos específicos sobre os riscos elétricos (Hilton Moreno; José Rubens Alves de Souza, 2001).

A NBR 5410, por sua vez, passou a destacar de forma mais clara a importância da durabilidade e da acessibilidade dos componentes das instalações, de forma que permitam inspeções, manutenções preventivas e corretivas seguras, reforçando a necessidade de organização e planejamento técnico compatível com as diretrizes de segurança do trabalho (KATIA ALBANY, 2024).

Essa integração se revela ainda mais relevante diante do crescente uso de dispositivos eletrônicos sensíveis, automação residencial e predial, e a ampliação do uso de fontes alternativas de energia, como sistemas fotovoltaicos, os quais impõem novos desafios tanto para o desempenho técnico quanto para a segurança operacional das instalações (Josué M. C. Oliveira, 2021).

A NR 10, ao tratar das responsabilidades do empregador quanto à integridade física dos trabalhadores, encontra respaldo na NBR 5410 quando esta define, por exemplo, que os quadros de distribuição devem ser acessíveis, identificados e protegidos contra contatos acidentais (Meiko Isami; Bis, 2020).

Portanto, a intersecção entre a NBR 5410 e a NR 10 representa um avanço normativo importante no sentido de consolidar uma visão sistêmica da segurança elétrica, que compreenda tanto a qualidade técnica da instalação quanto as condições adequadas para a intervenção humana (ABNT, 2011).

A normatização atual, ao alinhar critérios técnicos e laborais, não apenas previne falhas e acidentes, como também estabelece uma base mais robusta para a fiscalização, o planejamento e a execução segura dos serviços em eletricidade (ABNT, 2011).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo analisar a norma NBR 5410, a qual regulamenta as instalações elétricas de baixa tensão no Brasil, abordando sua evolução histórica, os aspectos técnicos que a envolvem e as atualizações que ocorreram ao longo do tempo.

A pesquisa possibilitou uma compreensão profunda da importância dessa norma para o setor elétrico nacional, destacando seu papel essencial na promoção da segurança das instalações elétricas e na melhoria contínua das práticas adotadas por engenheiros e profissionais da área.

Inicialmente, foi detalhado o papel da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) na criação e regulamentação das NBRs e NRs, com ênfase na NBR 5410. Essa análise permitiu entender o contexto histórico da norma, levando em consideração os desafios enfrentados pelo setor elétrico brasileiro na busca por padronização e maior segurança nas instalações.

O conteúdo técnico da NBR 5410 foi então aprofundado, com ênfase nos requisitos estabelecidos para o projeto, execução e manutenção das instalações elétricas. Foram abordadas as especificações relacionadas à proteção contra choques elétricos e incêndios, além das diretrizes para o dimensionamento adequado dos condutores, a escolha de materiais, a instalação de sistemas de aterramento e a organização geral das instalações.

Esses aspectos são essenciais para garantir a integridade das instalações elétricas e a segurança dos usuários, proporcionando as condições necessárias para a implementação de projetos que atendam aos mais altos padrões de qualidade e confiabilidade.

Ao longo da pesquisa, também foram analisadas as atualizações da norma, com foco nas modificações introduzidas nas versões mais recentes. As atualizações ocorreram como uma resposta às inovações tecnológicas no setor elétrico, além das mudanças nas necessidades de segurança e eficiência das instalações.

A comparação entre a NBR 5410 e a NR 10, que regulamenta a segurança em instalações e serviços com eletricidade, evidenciou a forma complementar entre essas duas normas. Enquanto a NBR 5410 se concentra nas especificações técnicas das instalações, a NR 10 regula os procedimentos de segurança para os profissionais da

área elétrica, formando assim um conjunto normativo que visa proteger tanto os trabalhadores quanto os usuários de instalações elétricas.

As atualizações da NBR 5410 refletem um esforço constante de adaptação às novas demandas do setor e à evolução das tecnologias, com o intuito de melhorar a segurança e a sustentabilidade das instalações elétricas. Entre as mudanças mais significativas, destacam-se as exigências relacionadas ao uso de novos materiais e à implementação de metodologias de proteção contra riscos elétricos.

Estas alterações são um reflexo da evolução da engenharia elétrica e da crescente preocupação com a segurança, sendo essenciais para garantir a qualidade das instalações e a proteção das pessoas.

Em conclusão, a NBR 5410 desempenha um papel central na regulamentação das instalações elétricas de baixa tensão no Brasil. Sua constante evolução, com a incorporação de novos requisitos técnicos e a adaptação às inovações tecnológicas, demonstra a necessidade de um processo contínuo de aprimoramento das normas que regem o setor elétrico.

Este trabalho contribui para o entendimento detalhado da NBR 5410, suas atualizações e suas implicações no campo da engenharia elétrica. Ele oferece uma base sólida para que os profissionais da área se mantenham informados sobre as mudanças nas normas e as melhores práticas adotadas no setor, promovendo a implementação de projetos mais seguros e eficientes.

Ao compreender a NBR 5410, os engenheiros podem garantir que suas instalações elétricas atendam às exigências normativas e técnicas necessárias, contribuindo para a segurança e o avanço da engenharia elétrica no Brasil.

A constante evolução das normas, aliada ao desenvolvimento tecnológico e ao aumento da conscientização sobre os riscos elétricos, reforça a importância de se manter atualizado e preparado para aplicar as normas de forma adequada.

Assim, espera-se que os profissionais da área, com base neste trabalho, possam se engajar na aplicação de boas práticas e no aprimoramento da segurança elétrica, tanto nas instalações residenciais quanto comerciais e industriais, promovendo um ambiente cada vez mais seguro e confiável.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 10536: Instalações elétricas de baixa tensão**. **Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)**, 2004.

ABNT. **História da normalização brasileira**. , 2011.

ABRACOPEL. ANUÁRIO ESTATISTICO DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA 2024 ANO BASE 2023. 2024.

ADRIEL DE OLIVEIRA. **ESTUDO DAS NORMAS NR10 E NBR 5410 APLICADO À INSTALAÇÕES ELÉTRICAS HOSPITALARES**. , 2017.

ALMEIDA, LUIZ GUILHERME VIVEROS DE. **NR10 DETERMINAÇÃO DE FATORES DETERIORANTES DOS MATERIAIS.pdf**. CURITIBA, 2017.

AVILA, CARLOS EDUARDO SILVEIRA. **DPS – DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS E SUAS APLICAÇÕES EM CFTV E EM TELECOMUNICAÇÕES**. , 2010.

CAMARGO, Oscar Binsfeld. **Aspectos culturais na aplicação da nova nr10**. , 2012.

CAMISASSA, Mara Queiroga. **Segurança e saúde no trabalho: NRs 1 a 36 comentadas e descomplicadas**. , 2021. Disponível em: <https://www.grupogen.com.br/seguranca-e-saude-no-trabalho-nrs-1-a-37-comentadas-e-descomplicadas>

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**. *[S.l.: S.n.]*.

CRUZ, JULIO CESAR DA VEIGA. **IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO DA NORMA ABNT NBR 5410:2004 EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO**. , 2017.

DANIEL MORAES BARROS; NASCIMENTO, Emerson Leão Brito do. **INFLUÊNCIA DE ACIDENTES E CATÁSTROFES NA EVOLUÇÃODA NR-10.pdf**. Manaus, 2024.

EMPREGO, Ministério do Trabalho e. **Normas Regulamentadoras - NR**. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>.

EMPREGO, Ministério do Trabalho e. **Análise de Impacto Regulatório.pdf**. BRASÍLIA, 2025.

FILHO, João Mamede. **Instalacoes Eletricas Industriais**. *[S.l.: S.n.]*.

HENRIQUE MATTEDE. **O que é NBR-5410 ?** Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-nbr-5410>.

HENRIQUE MATTEDE. **Como funcionam os disjuntores?** Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/como-funcionam-os-disjuntores/>.

HENRIQUE MATTEDE. **Instalação de DPS em quadro de distribuição!** Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/instalacao-de-dps-em-quadro-de-distribuicao/>.

HILTON MORENO; JOSÉ RUBENS ALVES DE SOUZA. Revista Eletricidade Moderna. 2001.

JOSUÉ M. C. OLIVEIRA. **ANÁLISE DOS LABORATÓRIOS CONFORME PRECONIZA AS NORMAS NR 10 E A NBR 5410.** , 2021.

JULIO NISKIER; MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações Elétricas**. *[S.l.: S.n.]*.

JUNIOR, Luiz Carlos Moreira de Lima. **certificação em instalações elétricas de baixa tensão, importância e aplicabilidade da norma abnt nbr 5410/2004**. , 2010. Disponível em: <http://www.eletrica.ufpr.br/ufpr2/tccs/186.pdf>

KATIA ALBANY. **Diferença entre NR e NBR**. Disponível em: <https://engkatiaalbany.com/qual-a-diferenca-entre-nr-e-nbr/>.

LIMA, Welch Maria Martiniano de. **Sugestões Para Atualização da Norma ABNT NBR 5410**. , 2017.

LORENZO, Helena Carvalho de. **O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO : PASSADO E FUTURO A formação do setor elétrico brasileiro e a atuação das concessionárias estrangeiras**. **Perspectivas: Revista de Ciências Sociais**, 2008.

MÁRIO DA ROSA JOÃO. **IDR_IFSC.pdf**. *[S.l.: S.n.]*.

MARTINS, Paulo. **Abreme Potência**. Santo André / SP, 2021.

MEIKO ISAMI, Alessandra; BIS, Edivaldo. **A importância da norma ABNT NBR 5410 nas instalações elétricas**. **Revista eSALENG-Revista eletrônica das Engenharias do UniSALESIANO**, 2020.

MELO, JESSYCA MACHADO; ALMEIDA, JHÉSSICKA VICTORIA FERREIRA DE. **ESTUDO DA NR10 E NBR5410 EM PAINÉIS ELÉTRICOS: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**. , 2024.

NORBERTO NERY. **Instalações Elétricas**. *[S.l.: S.n.]*.

PRYSMIAN. **Guia de dimensionamento de cabos para baixa tensão**. , *[S.d.]*.

RIBEIRO JÚNIOR, Sebastião. **Noções de Eletrotécnica – (TE039). Aula 13 - Dimensionamento de Condutores - Queda de tensão**. , 2013. Disponível em: <http://www.eletrica.ufpr.br/sebastiao/wa_files/te039 aula 13 - dimensionamento de condutores e queda de tensao.pdf>

STREET, Etec Jorge. **Disjuntores_jorge street.pdf**. *[S.l.: S.n.]*.

ANEXO A

Figura 18. Tabela 36 NBR5410:2004.

Seções nominais mm²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1 000	767	679	698	618	1 012	906	827	738	1 125	996	792	652
Alumínio												
16	48	43	44	41	60	53	54	48	66	59	62	52
25	63	57	58	53	79	70	71	62	83	73	80	66
35	77	70	71	65	97	86	86	77	103	90	96	80
50	93	84	86	78	118	104	104	92	125	110	113	94
70	118	107	108	98	150	133	131	116	160	140	140	117
95	142	129	130	118	181	161	157	139	195	170	166	138
120	164	149	150	135	210	186	181	160	226	197	189	157
150	189	170	172	155	241	214	206	183	261	227	213	178
185	215	194	195	176	275	245	234	208	298	259	240	200
240	252	227	229	207	324	288	274	243	352	305	277	230
300	289	261	263	237	372	331	313	278	406	351	313	260
400	345	311	314	283	446	397	372	331	488	422	366	305
500	396	356	360	324	512	456	425	378	563	486	414	345
630	456	410	416	373	592	527	488	435	653	562	471	391
800	529	475	482	432	687	612	563	502	761	654	537	446
1 000	607	544	552	495	790	704	643	574	878	753	607	505

Fonte: ABNT, NBR5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão, página 101.