

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PROJETO DE GRADUAÇÃO**



LUIZ CLÁUDIO CAMPISTA JÚNIOR

**UMA ANÁLISE SOBRE A APLICAÇÃO DA NORMA ABNT
NBR 15920:2011 NO SETOR DE PROJETOS ELÉTRICOS
NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

VITÓRIA

2023

Luiz Cláudio Campista Júnior

**UMA ANÁLISE SOBRE A APLICAÇÃO DA NORMA ABNT
NBR 15920:2011 NO SETOR DE PROJETOS ELÉTRICOS
NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Parte manuscrita do Projeto de Graduação do aluno **Luiz Cláudio Campista Júnior**, apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Orientadora: Profa. Dra. Carla César Martins Cunha

VITÓRIA
2023

Luiz Cláudio Campista Júnior

UMA ANÁLISE SOBRE A APLICAÇÃO DA NORMA ABNT NBR 15920:2011 NO SETOR DE PROJETOS ELÉTRICOS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Parte manuscrita do Projeto de Graduação do aluno **Luiz Cláudio Campista Júnior**, apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Aprovado em 13 de dezembro de 2023.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Profa. Dra. Carla César Martins Cunha
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora

Prof. Dr. Hélio Marcos André Antunes
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador

Prof. Dr. Oureste Elias Batista
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador

*À Rosana, minha mãe, e a toda minha família
por todo o apoio recebido, meu muito obrigado.
Este trabalho é dedicado a vocês.*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por todo o suporte emocional e espiritual que tenho recebido ao longo desses anos, que me fizeram chegar até onde estou e principalmente por me mostrar o caminho no qual devo seguir.

Agradeço a minha família por estarem comigo até o presente momento e por terem me incentivado, apesar de todas os percalços pelo caminho, me provendo suporte e amor incondicional.

Agradeço também a minha orientadora professora Carla César Martins Cunha, por ter aceitado esse desafio contra o tempo e pela paciência que tem demonstrado durante todo esse tempo, se disponibilizando sempre que possível e sempre sanando todas as minhas dúvidas. Isso tudo dará certo graças a senhora.

Por fim, agradeço a Universidade Federal do Espírito Santo e todos os seus colaboradores, que proporcionaram a mim e a diversos outros estudantes a oportunidade de estudar de forma gratuita e de excelente qualidade, meu muito obrigado!

RESUMO

No contexto brasileiro, o dimensionamento de condutores elétricos para baixa e média tensão é regulamentado pelas normas ABNT NBR 5410:2004 e ABNT NBR 14039:2021, respectivamente. Essas normas são fundamentais, abordando critérios de dimensionamento como o de seção mínima, capacidade de condução, queda de tensão e corrente de curto-circuito no condutor e blindagem. Este dimensionamento proporciona a menor seção transversal possível ao condutor para uma operação segura. Diante do cenário de aumento constante nas tarifas de energia elétrica, torna-se imperativo adotar métodos que otimizem o transporte de energia e reduzam as perdas. Nesse contexto, a ABNT NBR 15920:2011 emerge como uma ferramenta inovadora. Esta norma propõe um dimensionamento econômico de condutores elétricos, focando na minimização de perdas de energia elétrica, especialmente as perdas por meio do efeito Joule. Assim, o objetivo desta pesquisa é identificar o nível de adesão das empresas de projetos elétricos no Estado do Espírito Santo à utilização da norma ABNT NBR 15920:2011 para o dimensionamento dos condutores elétricos em seus projetos, e entender também os seus motivos. Para obter os dados necessários ao desenvolvimento da mesma, foi utilizado o método de obtenção de dados *survey*, por meio do instrumento de questionário. Este método caracteriza-se por ser direto e objetivo. Para a definição dos indivíduos a receberem este questionário, foi utilizado o processo de amostragem de cotas, onde seleciona-se indivíduos que tenham algumas características pré definidas em comum. Para esse processo, a colaboração com o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Espírito Santo (CREA-ES) foi essencial para obter contatos das empresas de engenharia e tecnologia da Região Metropolitana da Grande Vitória. A pesquisa atingiu um total de 48 empresas e obteve uma taxa de resposta de 16,67%. Os resultados indicam uma adesão positiva à norma, onde cerca de 87,5% conhecem a norma e, dentre esses que conhecem, pelo menos 85,7% empregam a norma em seus projetos, destacando sua aplicação efetiva no desenvolvimento de projetos elétricos na região. Esse cenário sugere uma compreensão por parte das empresas sobre a importância da eficiência energética e da otimização econômica no dimensionamento de condutores elétricos.

Palavras-chave: ABNT NBR 15920; dimensionamento econômico; condutores elétricos; projeto elétrico.

ABSTRACT

In the Brazilian context, the sizing of electrical conductors for low and medium voltage is regulated by the standards ABNT NBR 5410:2004 and ABNT NBR 14039:2021, respectively. These standards are fundamental, addressing sizing criteria such as minimum cross-section, carrying capacity, voltage drop, and short-circuit current in the conductor and shielding. This sizing provides the smallest possible cross-sectional area to the conductor for safe operation. Amidst the scenario of constant increases in electricity tariffs, it becomes imperative to adopt methods that optimize energy transportation and reduce losses. In this context, ABNT NBR 15920:2011 emerges as an innovative tool. This standard proposes an economic sizing of electrical conductors, focusing on minimizing electrical energy losses, especially those through the Joule effect. Thus, the objective of this research is to identify the level of adherence of electrical project companies in the State of Espírito Santo to the use of the ABNT NBR 15920:2011 standard for the sizing of electrical conductors in their projects, and also to understand their reasons. To obtain the necessary data for its development, the survey data collection method was used through a questionnaire instrument. This method is characterized by being direct and objective. For the selection of individuals to receive this questionnaire, the quota sampling process was used, where individuals with some predefined common characteristics are selected. For this process, collaboration with the Regional Council of Engineering and Agronomy of Espírito Santo (CREA-ES) was essential to obtain contacts from engineering and technology companies in the Metropolitan Region of Greater Vitória. The survey reached a total of 48 companies and obtained a response rate of 16.67%. The results indicate a positive adherence to the standard, where about 87.5% are aware of the norm, and among those who are aware, at least 85.7% apply the norm in their projects, highlighting its effective application in the development of electrical projects in the region. This scenario suggests an understanding on the part of companies regarding the importance of energy efficiency and economic optimization in the sizing of electrical conductors.

Keywords: ABNT NBR 15920; economic sizing; electrical conductors; electrical project.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Variação da tarifa média aplicada	15
Figura 2 – Custo inicial e custo operacional dos cabos em função da seção nominal . .	27
Figura 3 – Objetivos observados na concepção de um questionário	31
Figura 4 – Etapas de desenvolvimento	40
Figura 5 – Lógica do questionário	41
Figura 6 – Pergunta 4	44
Figura 7 – Pergunta 5	44
Figura 8 – Pergunta 6	45
Figura 9 – Pergunta 7	45
Figura 10 – Pergunta 18	46
Figura 11 – Pergunta 19	46
Figura 12 – Pergunta 20	47
Figura 13 – Perguntas 21 e 22	47
Figura 14 – Perguntas 23 e 24	48
Figura 15 – Perguntas 25 e 26	48
Figura 16 – Perguntas 27 e 28	49
Figura 17 – Perguntas 29 e 30	49
Figura 18 – Pergunta 35	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Exemplo de Gráfico de Barras - Gráfico em barras de percentagem representando o foco institucional das escolas da Carolina do Norte	38
Gráfico 2 – Exemplo de Gráfico de Pizza - Gráfico em pizza de percentagem representando o foco institucional das escolas da Carolina do Norte	38
Gráfico 3 – Resposta 4 - Áreas de atuação das empresas abordadas	53
Gráfico 4 – Resposta 5 - Número de colaboradores das empresas	53
Gráfico 5 – Resposta 6 - Porte das empresas baseado em seu faturamento	54
Gráfico 6 – Resposta 7 - Região de atuação das empresas entrevistadas	54
Gráfico 7 – Resposta 11 - Gênero dos respondentes	55
Gráfico 8 – Resposta 12 - Nível de escolaridade dos respondentes	55
Gráfico 9 – Resposta 13 - Instituição de formação dos respondentes	56
Gráfico 10 – Resposta 14 - Área de formação acadêmica dos respondentes	56
Gráfico 11 – Resposta 15 - Cargo hierárquico dos respondentes	57
Gráfico 12 – Resposta 16 - Tempo de atuação na empresa dos respondentes	57
Gráfico 13 – Resposta 18 - Conhecimento da norma ABNT NBR 15920:2011	58
Gráfico 14 – Resposta 19 - Como se deu o conhecimento da empresa acerca da norma ABNT NBR 15920:2011	59
Gráfico 15 – Resposta 20 - Aplicação da norma ABNT NBR 15920:2011	59
Gráfico 16 – Resposta 23 - Benefício relatado pela utilização da norma ABNT NBR 15920:2011	60
Gráfico 17 – Resposta 25 - Tempo de elaboração dos projetos com a utilização da norma ABNT NBR 15920:2011	60
Gráfico 18 – Resposta 27 - Critérios utilizados para dimensionamento dos condutores elétricos	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Seção mínima dos condutores	18
Quadro 2 – Temperaturas características dos condutores	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores das constantes K e β para o cobre e alumínio	22
Tabela 2 – Temperatura inicial e final do condutor no curto-circuito	22
Tabela 3 – Temperatura da blindagem no final do curto-circuito	23
Tabela 4 – Determinação de A	26
Tabela 5 – Estimativa de custo da instalação - Caso 1	28
Tabela 6 – Estimativa de custo da instalação - Caso 2	29
Tabela 7 – Valores críticos associados ao grau de confiança na amostra	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BT	Baixa Tensão
CI	Custo Inicial
CJ	Custo Operacional
CREA-ES	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Espírito Santo
CT	Custo Total
EPP	Empresa de Pequeno Porte
EPR	Borracha Etilenopropileno
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
ME	Microempresa
MEI	Microempreendedor Individual
MT	Média Tensão
NBR	Norma Brasileira
PET	Polietileno
PVC	Polícloro de Vinila
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
XLPE	Polietileno Reticulado Quimicamente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Dimensionamento técnico	17
2.1.1	Critério da seção mínima	17
2.1.2	Critério da capacidade de condução de corrente	18
2.1.3	Critério da queda de tensão	20
2.1.4	Critério de curto-circuito no condutor e blindagem	21
2.2	Dimensionamento econômico	23
2.2.1	Estudo de casos	28
2.3	Método de pesquisa	29
2.4	Amostragem	31
2.4.1	Tamanho da amostra	32
2.5	Tipos de erros em levantamentos	35
2.5.1	Erros associados à amostragem	35
2.5.2	Erros associados à resposta	36
2.6	Método de análise de dados	37
3	METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO	39
3.1	Caracterização metodológica	39
3.2	Etapas de desenvolvimento	39
3.3	Desenvolvimento do questionário	40
3.4	Definição da amostra	50
3.5	Envio e coleta de dados	51
4	ANÁLISES E RESULTADOS	52
4.1	Confiabilidade da amostra	52
4.2	Caracterização das empresas e dos respondentes	52
4.3	Análise dos dados	58
5	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	62
	REFERÊNCIAS	64
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO	66
	ANEXO A – TABELA 36 ABNT NBR 5410:2004	78

ANEXO B – TABELA 37 ABNT NBR 5410:2004	79
ANEXO C – TABELA 38 ABNT NBR 5410:2004	80
ANEXO D – TABELA 39 ABNT NBR 5410:2004	81
ANEXO E – TABELA 28 ABNT NBR 14039:2011	83
ANEXO F – TABELA 29 ABNT NBR 14039:2011	84

1 INTRODUÇÃO

O dimensionamento de condutores elétricos de baixa tensão (BT) deve ser elaborado segundo a norma ABNT NBR 5410:2004, e o de média tensão (MT), segundo a norma ABNT NBR 14039:2021. Elas estabelecem os seguintes critérios de dimensionamento: seção mínima do condutor, capacidade de condução, queda de tensão, e corrente de curto-circuito no condutor e blindagem. Por meio destes critérios, é possível dimensionar condutores com o menor diâmetro recomendado para a condução segura de energia elétrica (ABNT, 2004, 2021).

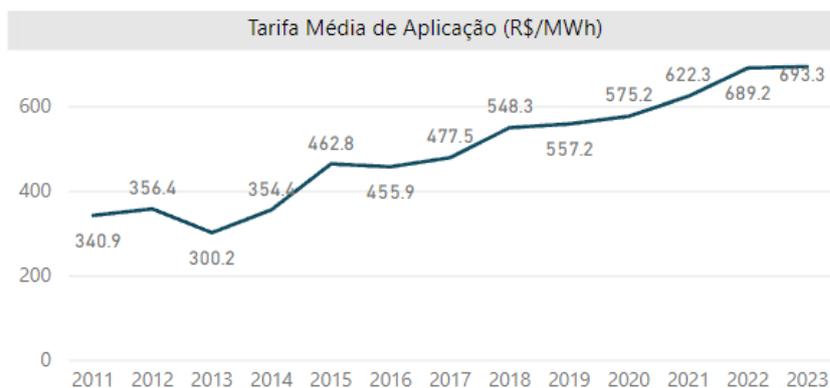
Entretanto, este menor valor de seção obtido traz consigo maiores perdas por efeito Joule, uma vez que as perdas de energia elétrica são inversamente proporcionais à seção transversal do condutor, e então, quanto menor a seção transversal do condutor, maior a sua resistência e, consequentemente, maiores perdas na condução elétrica (Cotrim, 2002).

Desse modo, as normas supracitadas tem como objetivo principal dimensionar condutores elétricos com a menor seção transversal permitida, priorizando a segurança e não abordando variáveis financeiras em seus cálculos. Essas considerações resultam em condutores não otimizados para condução de energia elétrica, gerando perdas de energias consideráveis na forma de calor.

Por outro lado, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (2022), em 2023 a previsão do aumento no preço da tarifa de energia elétrica será de, aproximadamente, 5,6%, com regiões podendo chegar a até 14,3%.

Diante disso, por meio da Figura 1 fica evidente o significativo aumento na tarifa de energia elétrica ao longo dos anos, atingindo aproximadamente 231% em uma década. Tal panorama ressalta a necessidade em adotar medidas que promovam a eficiência energética, visando à economia de energia ou à redução de perdas. Essa abordagem torna-se essencial para evitar que o crescente valor da tarifa tenha impactos expressivos nos gastos financeiros ao longo do tempo (ANEEL, 2022).

Figura 1 – Variação da tarifa média aplicada



Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (2022).

Nota: Adaptado pelo autor.

Assim, a ABNT NBR 15920:2011 tem como objetivo incorporar variáveis financeiras no cálculo do dimensionamento de condutores, por meio da análise do efeito Joule apresentado pelos condutores. O intuito é otimizar seu desempenho, evitando principalmente o desperdício de energia elétrica (ABNT, 2011a).

A aplicação do dimensionamento econômico possibilita a redução das emissões de gases responsáveis pelo aumento do efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO_2) e o metano (CH_4), provenientes principalmente das usinas termelétricas a carvão ou combustíveis fósseis que são usadas para suprir o aumento de demanda de energia elétrica. Isso ocorre porque, ao diminuir as perdas de energia elétrica, a necessidade de produzir essa energia é reduzida (Figueiredo, 2016).

Ao examinar diversos estudos de casos anteriores que abordam as adaptações de condutores elétricos dimensionados pelo método econômico em comparação ao método técnico, é possível obter uma compreensão mais aprofundada dos benefícios econômicos obtidos. Estes estudos estarão descritos na seção 2.2.1.

Portanto, os estudos de casos mostram que o dimensionamento técnico de fato tende a resultar em um condutor de seção transversal inferior ao econômico, representando um custo financeiro inicial menor. Por outro lado, com o passar do tempo, avaliando principalmente os gastos com energia elétrica, o condutor elétrico dimensionado através do método econômico se mostra mais eficiente e a economia com energia torna-se considerável em comparação ao método técnico.

Dessa forma, percebe-se que o método econômico apresenta vantagens financeiras sobre o técnico ao longo da vida útil do condutor elétrico utilizado, levantando o questionamento principal deste trabalho: "será que as empresas de desenvolvimento de projetos elétricos no Estado do Espírito Santo utilizam o método de dimensionamento econômico?".

Assim, o objetivo geral deste trabalho é identificar o nível de adesão das empresas de projeto elétrico no Estado do Espírito Santo à utilização da norma ABNT NBR 15920:2011 para o dimensionamento dos condutores elétricos em seus projetos, bem como entender os seus motivos.

Para alcançar o objetivo geral, foram adotados os seguintes objetivos específicos: avaliar e comparar os métodos de dimensionamento técnico e econômico, definidos pelas normas ABNT NBR 5410:2004, ABNT NBR 14039:2021 e ABNT NBR 15920:2011; desenvolver um instrumento de coleta de informações capaz de obter os dados necessários ao desenvolvimento desta pesquisa; quantificar a inserção da ABNT NBR 15920:2011 entre os profissionais do setor; documentar as razões pela utilização ou não da referida norma por parte das empresas de projetos elétricos.

Esta monografia foi dividida em cinco seções. A primeira seção contextualiza o tema do trabalho, apresentando suas justificativas e objetivos. A segunda seção traz o referencial teórico, responsável por criar a base que esta pesquisa se utiliza, abordando as normas utilizadas e métodos de análises de dados. A terceira seção refere-se à metodologia utilizada e as etapas de desenvolvimento do questionário e obtenção dos dados. A quarta seção trata sobre os dados obtidos, analisando-os individualmente. E por fim, a quinta seção apresenta as conclusões do trabalho e algumas sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Dimensionamento técnico

O dimensionamento técnico refere-se ao cálculo realizado conforme as normas ABNT NBR 5410:2004 e ABNT NBR 14039:2021, considerando suas tensões de operação específicas. Nessas normas são estabelecidos critérios que devem ser seguidos para dimensionar os condutores de maneira segura, garantindo conformidade com os padrões normativos estabelecidos (ABNT, 2004, 2021).

Essas normas estabelecem critérios que determinam valores mínimos para os condutores, levando em consideração a finalidade de uso. Além disso, avaliam a capacidade de condução dos condutores, considerando a forma como serão instalados. E estabelecem também critérios para a variação de tensão que o circuito apresentará até o ponto de uso (ABNT, 2004, 2021).

Por fim, elas ainda estabelecem também critérios que avaliam o curto-circuito no condutor e na blindagem do cabo. Esses critérios são de extrema importância para garantir a integridade e segurança do sistema (ABNT, 2004, 2021).

É importante destacar que os valores obtidos para a seção nominal dos condutores, por meio do método técnico conforme as normas, representam os valores mínimos necessários para garantir uma condução segura. No entanto, esses valores não são necessariamente otimizados para uma condução elétrica eficiente em termos de economia de energia.

2.1.1 Critério da seção mínima

Para sistemas de BT, a ABNT NBR 5410:2004 estabelece valores mínimos de seções de condutores conforme o Quadro 1. Dessa forma, o condutor pré dimensionado deverá respeitar estes valores mínimos, dependendo do seu objetivo de uso (ABNT, 2004).

Quadro 1 – Seção mínima dos condutores

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm ² - 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
	Condutores nus	Circuitos de força	10 Cu 16 Al
		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 extra baixa tensão para aplicações especiais		0,75 Cu

Fonte: ABNT (2004).

Nota: Adaptado pelo autor.

2.1.2 Critério da capacidade de condução de corrente

Seguindo o desenvolvimento pelo critério da capacidade de condução de corrente, para sistemas de BT, a ABNT NBR 5410:2004 estabelece novamente algumas considerações ao projetista, como o método de instalação, que definirá a forma como o cabo será distribuído, e o tipo de isolamento do cabo, conforme presente no Quadro 2. Sendo eles (ABNT, 2004):

- a) A1: condutores isolados em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante;
- b) A2: cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante;
- c) B1: condutores isolados em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira;
- d) B2: cabo multipolar em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira;
- e) C: cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede de madeira;
- f) D: cabo multipolar em eletroduto enterrado no solo;
- g) E: cabo multipolar ao ar livre;

- h) F: cabos unipolares justapostos (na horizontal, na vertical ou em trifólio) ao ar livre;
- i) G: cabos unipolares espaçados ao ar livre.

Quadro 2 – Temperaturas características dos condutores

Tipo de isolamento	Temperatura máxima para serviço contínuo (condutor)	Temperatura limite de sobrecarga (condutor)	Temperatura limite de curto-circuito (condutor)
PVC até 300 mm ²	70	100	160
PVC maior que 300 mm ²	70	100	140
EPR	90	130	250
XLPE	90	130	250

Fonte: ABNT (2004).

Nota: Adaptado pelo autor.

Dessa forma, após calculada a corrente de projeto que passará pelo condutor, por meio da equação (1), deve ser decidido o método de instalação e o tipo de isolamento do condutor, conforme a temperatura limite, e em seguida, por meio das Tabelas 36 a 39 presentes nos ANEXOS A a D, deve ser escolhida a seção do condutor desejado (ABNT, 2004).

$$I_p = \frac{P_n}{n_f \cdot V \cdot \cos \phi \cdot \eta} \quad (1)$$

Onde:

I_p é a corrente de projeto (A);

P_n é a potência nominal (W);

n_f é o número de fases;

V é a tensão do circuito (V);

$\cos \phi$ é o fator de potência;

η é o rendimento.

Para sistemas em MT, a ABNT NBR14039:2021 estabelece considerações semelhantes à ABNT NBR 5410:2004, onde os valores das Tabelas 28 e 29 da ABNT NBR14039:2021, presentes nos ANEXOS E e F, foram calculados considerando regime permanente, fator de carga de 100%, corrente alternada com frequência de 60 Hz, para cabos unipolares e tripolares, condutor de cobre ou alumínio e tensões até 20/35kV (ABNT, 2021).

Para utilizar os valores presentes nas Tabelas 28 e 29 da ABNT NBR14039:2021, deve-se ser definido o método de instalação conforme (ABNT, 2021):

- a) A1: cabos unipolares justapostos (na horizontal ou em trifólio) e cabos tripolares ao ar livre, abrigados do sol.;
- b) A2: cabos unipolares justapostos (na horizontal ou em trifólio) e cabos tripolares ao ar livre, expostos ao sol;
- c) B1: cabos unipolares espaçados ao ar livre, abrigados do sol;
- d) B2: cabos unipolares espaçados ao ar livre, expostos ao sol;
- e) C: cabos unipolares justapostos (na horizontal ou em trifólio) e cabos tripolares em canaletas fechadas no solo;
- f) D: cabos unipolares espaçados em canaletas fechadas no solo;
- g) E: cabos unipolares justapostos (na horizontal ou em trifólio) ou cabos tripolares em eletroduto ao ar livre, abrigado do sol;
- h) F1: cabos unipolares justapostos (na horizontal ou em trifólio) e cabos tripolares em eletrodutos enterrados no solo;
- i) F2: cabos unipolares justapostos (na horizontal ou em trifólio) e cabos tripolares em banco de dutos enterrados no solo;
- j) G1: cabos unipolares em eletrodutos enterrados e espaçados – um cabo por duto ou eletroduto não condutor;
- k) G2: cabos unipolares em banco de dutos enterrados – um cabo por duto ou eletroduto não condutor;
- l) H: cabos unipolares justapostos (na horizontal ou em trifólio) e cabos tripolares diretamente enterrados;
- m) I: cabos unipolares espaçados diretamente enterrados.

2.1.3 Critério da queda de tensão

Com o condutor escolhido por meio do critério da capacidade de condução, deve-se avaliar em seguida se este condutor atende o critério da queda de tensão. A queda de tensão é ocasionada pela diferença de potencial elétrico no condutor devido à passagem de corrente no mesmo, mostrada na equação (2).

$$\Delta V = \frac{V_o - V}{V_o} \times 100\% \quad (2)$$

Onde:

ΔV é a queda de tensão percentual (%);

V_o é a tensão de entrada (V);

V é a tensão no ponto de entrega (V).

Dessa forma, a ABNT NBR 5410:2004 estabelece valores de quedas de tensão mínimas admissíveis, que são (ABNT, 2004):

- a) 7% calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, no caso de transformador de propriedade das unidades consumidoras;
- b) 7% calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT da empresa distribuidora;
- c) 5% calculados a partir do ponto de entrega, nos demais casos de ponto de entrega com fornecimento de energia em tensão secundária de distribuição;
- d) 7% calculados a partir dos terminais de saída do gerador, em caso de geração própria.

Vale ressaltar que, para o condutor dimensionado, em sistemas de BT, nenhum valor calculado de queda de tensão nos circuitos terminais deve passar de 4%. Para sistemas em MT, a queda de tensão admissível nos circuitos terminais é de 5% (ABNT, 2004, 2021).

2.1.4 Critério de curto-circuito no condutor e blindagem

Para o dimensionamento é crucial calcular a corrente máxima de curto-circuito que o cabo suporta por um determinado período para o dimensionamento adequado do condutor elétrico. Considerando a ABNT NBR 14039:2021 como base principal, ela estabelece a equação (3) para realizar esse cálculo da corrente de curto-circuito. O valor obtido por meio dessa equação deve ser superior à corrente de curto-circuito do sistema, garantindo que o condutor seja capaz de suportar com segurança essa corrente de curto-circuito. Esse procedimento é fundamental para assegurar a integridade do sistema elétrico em caso de curto-circuito (ABNT, 2021).

$$I = K \times S \times \sqrt{\frac{1}{t} \ln \left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta} \right)} \quad (3)$$

Onde:

S é a seção nominal do condutor, expressa em milímetros quadrados (mm^2);

I é a corrente de curto-circuito, expressa em amperes (A);

t é o tempo de duração do curto-circuito, expresso em segundos (s);

f é a temperatura do condutor no final do curto-circuito ($^{\circ}C$);

i é a temperatura do condutor no início do curto-circuito ($^{\circ}C$);

β é o inverso do coeficiente de temperatura da resistência a $0^{\circ}C$ ($^{\circ}C$);

K é a constante dependente do metal do condutor ($A.s^{1/2}.mm^{-2}$).

Segundo o item 6.2.6.1.2 da norma ABNT NBR 14039:2021, a duração máxima permitida do curto-circuito é de cinco segundos. Dessa forma, para a equação (3), os valores das constantes K e β encontram-se na Tabela 1 e os valores de temperatura inicial e final do condutor durante o curto-circuito, na Tabela 2 (ABNT, 2021).

Tabela 1 – Valores das constantes K e β para o cobre e alumínio

Material	$\beta(^{\circ}C)$	$K(A.s^{1/2}.mm^{-2})$
Cobre	234,5	226
Alumínio	228	148

Fonte: ABNT (2021).

Nota: Adaptado pelo autor.

Tabela 2 – Temperatura inicial e final do condutor no curto-circuito

Material da Isolação	Temperatura inicial ($^{\circ}C$)	Temperatura final ($^{\circ}C$)*
EPR e HEPR	90	250
EPR 105	105	250
XLPE e TR XLPE	90	250

* Conexões soldadas limitam a temperatura final a $160^{\circ}C$

Fonte: ABNT (2021).

Nota: Adaptado pelo autor.

O cálculo da corrente de curto-circuito para a blindagem segue o mesmo método utilizado para o condutor, conforme representado pela equação (3). As variáveis e constantes anteriormente

associadas ao condutor agora referem-se à blindagem. Vale destacar que a temperatura inicial da blindagem é considerada 5°C inferior à temperatura inicial do condutor, e a temperatura final pode ser determinada conforme especificado na Tabela 3. Esse procedimento é essencial para garantir a adequada capacidade da blindagem em suportar a corrente de curto-circuito, contribuindo para a segurança e integridade do sistema elétrico (ABNT, 2021).

Tabela 3 – Temperatura da blindagem no final do curto-circuito

Material da Cobertura	SE1/A, SHF2 e SE1/B	ST3	SHF1 e ST7	ST1 e ST2
Temperatura final máxima °C	220	150	180	200

Fonte: ABNT (2021).

Nota: Adaptado pelo autor.

2.2 Dimensionamento econômico

O dimensionamento econômico do condutor elétrico, realizado por meio da ABNT NBR 15920:2011, difere do dimensionamento técnico ao considerar não apenas critérios técnicos de segurança, mas também aspectos econômicos ao longo do ciclo de vida do condutor. Nesse método, são avaliados desde o menor custo para a instalação até os custos operacionais ao longo da vida útil do condutor. Essa abordagem busca otimizar não apenas a segurança, mas também a eficiência econômica na utilização do condutor elétrico (ABNT, 2011a).

Dessa forma, são feitas considerações de preço dos condutores no atual momento da análise e considerações de valores futuros das perdas de energia amortizadas, tornando-os em valores presentes, tornando possível a análise (ABNT, 2011a).

Para o cálculo do dimensionamento econômico são utilizadas as equações (4) a (8), seguido a sequência de cálculo presente na ABNT NBR 15920:2011 e também detalhes presentes em PROCOBRE (2012).

$$S_{ec} = 1000 \cdot \left[\frac{I_{max}^2 \cdot F \cdot \rho_{20} \cdot B \cdot [1 + \alpha_{20} \cdot (\theta_m - 20)]}{A} \right] \quad (4)$$

Onde:

S_{ec} é a seção econômica do condutor (mm^2);

I_{max} é a corrente de projeto máxima prevista para o circuito no primeiro ano (A);

F é a quantidade auxiliar;

ρ_{20} é a resistividade elétrica do material condutor a 20°C ($\Omega \cdot m$);

B é a quantidade auxiliar;

α_{20} é o coeficiente de temperatura para a resistência do condutor a 20°C (K^{-1});

θ_m é a temperatura média de operação do condutor (°C);

A é o componente variável do custo por unidade de comprimento conforme seção do condutor ($\$/m \cdot mm^2$).

$$F = N_p \cdot N_c \cdot (T \cdot P + D) \cdot \frac{Q}{1 + i/100} \quad (5)$$

Onde:

F é a quantidade auxiliar;

N_p é o número de condutores por fase do circuito;

N_c é o número de circuitos que levam o mesmo tipo e valor de carga;

T é o tempo de operação com perda joule máxima (h/ano);

P é o custo de um watt-hora no nível da tensão pertinente ($\$/W \cdot h$);

D é a variação anual da demanda ($\$/W \cdot ano$);

Q é a quantidade auxiliar;

i é a taxa de capitalização para cálculo do valor presente (%).

$$B = (1 + y_p + y_s) \cdot (1 + \lambda_1 + \lambda_2) \quad (6)$$

Onde:

B é a quantidade auxiliar;

y_p é o fator de proximidade;

y_s é o fator devido ao efeito pelicular;

λ_1 é o fator de perda de cobertura;

λ_2 é o fator de perda da armação.

$$Q = \sum_{n=1}^N (r^{n-1}) = \frac{1 - r^N}{1 - r} \quad (7)$$

Onde:

Q é a quantidade auxiliar;

N é o período coberto pelo cálculo financeiro (ano);

r é a quantidade auxiliar.

$$r = \frac{(1 + a/100)^2 \cdot (1 + b/100)}{1 + i/100} \quad (8)$$

Onde:

r é a quantidade auxiliar;

a é o aumento anual de carga (%);

b é o aumento de custo da energia, sem efeitos da inflação (%).

Para o começo do cálculo, é necessário determinar os valores dos parâmetros das quantidades auxiliares. Para a equação (6), que define a quantidade auxiliar B , para cabos de baixa tensão (≤ 1 kV) e média tensão (≤ 36 kV), as grandezas γ e λ podem ser desprezadas (ABNT, 2011a; PROCOBRE, 2012).

Para o parâmetro A , presente na equação (4), o valor pode ser obtido com o auxílio da Tabela 4, onde ela representa um exemplo de cálculo do valor médio do custo de instalação e condutores elétricos disponíveis no momento. Assim, é possível calcular o valor da seção econômica (S_{ec}) por meio da equação (4) (ABNT, 2011a; PROCOBRE, 2012).

Tabela 4 – Determinação de A

Seção nominal do cabo (mm^2)	Custo inicial (CI) (\$\$/m\$)			A
	Cabo (\$\$/m\$)	Instalação (\$\$/m\$)	Total (\$\$/m\$)	
25	Cabo 25	Inst 25	Cabo 25 + Inst 25	-
35	Cabo 35	Inst 35	Cabo 35 + Inst 35	(Custo 35 - Custo 25) /(35/25)
50	Cabo 50	Inst 50	Cabo 50 + Inst 50	(Custo 50 - Custo 35) /(50/35)
70	Cabo 70	Inst 70	Cabo 70 + Inst 70	(Custo 70 - Custo 50) /(70/50)
95	Cabo 95	Inst 95	Cabo 95 + Inst 95	(Custo 95 - Custo 70) /(95/70)
120	Cabo 120	Inst 120	Cabo 120 + Inst 120	(Custo 120 - Custo 95) /(120/95)
150	Cabo 150	Inst 150	Cabo 150 + Inst 150	(Custo 150 - Custo 120) /(150/120)
185	Cabo 185	Inst 185	Cabo 185 + Inst 185	(Custo 185 - Custo 150) /(185/150)
240	Cabo 240	Inst 240	Cabo 240 + Inst 240	(Custo 240 - Custo 185) /(240/185)
300	Cabo 300	Inst 300	Cabo 300 + Inst 300	(Custo 300 - Custo 240) /(300/240)
400	Cabo 400	Inst 400	Cabo 400 + Inst 400	(Custo 400 - Custo 300) /(400/300)
	Média			-

Fonte: PROCOBRE (2012).

Nota: Adaptado pelo autor.

Analisando o aspecto econômico total do dimensionamento, pode-se definir o custo total por meio da equação (9). Por intermédio da Figura 2, observa-se que o menor valor para o custo total (CT) é obtido utilizando o valor de seção econômica (S_{sec}), e que o valor obtido pelo método técnico (S_{tec}) apresenta um menor custo inicial, porém um maior custo operacional, causando um maior CT (ABNT, 2011a; PROCOBRE, 2012).

$$CT = CI + CJ \quad (9)$$

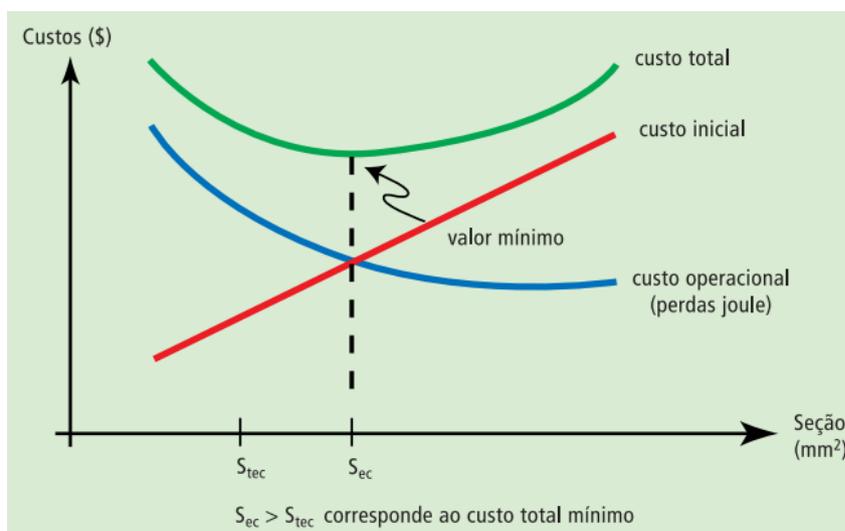
Onde:

CT é o custo total do cabo (\$);

CI é o custo inicial da aquisição do cabo(\$);

CJ é o custo operacional equivalente na data em que a instalação foi adquirida (\$).

Figura 2 – Custo inicial e custo operacional dos cabos em função da seção nominal



Fonte: PROCOBRE (2012).

De acordo com a ABNT NBR 15920:2011, o CT pode ser calculado por meio da equação (10).

$$CT = CI + I_{max}^2 \cdot R \cdot l \cdot F \quad (10)$$

Onde:

CT é o custo total do cabo (\$);

CI é o custo inicial da aquisição do cabo(\$);

I_{max} é a carga máxima no cabo durante o primeiro ano (A);

R é a resistência c.a. do condutor por unidade de comprimento (Ω/m);

l é o comprimento do cabo (m);

F é a quantidade auxiliar,

Assim, com o valor obtido de CT para os condutores a serem considerados, é possível fazer a avaliação do custo necessário para o investimento no condutor elétrico.

Dessa forma, de posse das equações (4) a (10), é possível calcular o valor da seção do condutor econômico. Porém, como essa avaliação apresenta diversas equações e torna-se trabalhosa, por meio da equação (11) é possível simplificar o cálculo da resistência c.a. ($R(S)$) do condutor (PROCOBRE, 2012).

$$R(S) = \frac{\rho_{20} \cdot B \cdot [1 + \alpha_{20} \cdot (\theta_m - 20)]}{S} \cdot 10^6 \quad (11)$$

Onde:

$R(S)$ é a resistência c.a. em função da seção do condutor (Ω/m);

ρ_{20} é a resistividade elétrica do material condutor a 20°C ($\Omega \cdot m$);

B é a quantidade auxiliar;

α_{20} é o coeficiente de temperatura para a resistência do condutor a 20°C (K^{-1});

θ_m é a temperatura média de operação do condutor (°C);

S é o seção nominal do condutor (mm^2).

2.2.1 Estudo de casos

Para o primeiro caso foi desenvolvido uma análise de dimensionamento econômico em uma instituição de ensino superior da cidade de Vitória da Conquista, na Bahia. No estudo, foi escolhida a aplicação do método econômico para o condutor elétrico de entrada de um dos quadros de distribuição da instituição. O resultado, para um tempo de comparação de 10 anos, encontra-se na Tabela 5 (Chaves, 2019).

Tabela 5 – Estimativa de custo da instalação - Caso 1

Seção (mm^2)	CI (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)
10	3.504,30	12.416,34	15.920,64
25	8.420,25	4.629,70	13.049,95

Fonte: Chaves (2019).

Nota: Adaptado pelo autor.

Percebe-se que o custo operacional (CJ) para a seção do condutor de 10 mm^2 , calculado através do método técnico, torna-se quase três vezes maior que a seção de 25 mm^2 , obtida pelo método de seção econômica. O tempo de *payback*, definido como o tempo em que a escolha da seção econômica se pagaria, seria de 6,3 anos (Chaves, 2019).

Já no segundo estudo de caso, foi feita a análise do dimensionamento econômico para 3 instalações: o alimentador de um compressor de ar, o alimentador de uma extrusora (120 mm^2) e o alimentador de um edifício coletivo. Os resultados obtidos estão na Tabela 6 (Michels, 2015).

Tabela 6 – Estimativa de custo da instalação - Caso 2

Instalação	Método	CI (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)
Compressor de ar	Técnico	1.906,00	3.177,00	5.023,00
	Econômico	2.669,00	779,29	3.448,29
Extrusora (120 mm ²)	Técnico	2.907,00	60.351,00	63.258,00
	Econômico	11.956,00	8.801,18	20.757,18
Edifício	Técnico	7.322,00	17.152,00	24.386,00
	Econômico	12.922,00	8.741,51	21.663,51

Fonte: Michels (2015).

Nota: Adaptado pelo autor.

Para as três instalações, o método econômico mostrou-se mais caro em uma implantação inicial, porém, considerando o tempo de análise de 10 anos, semelhante ao caso anterior, o custo de operação é bastante inferior e, assim, no montante final, o método econômico mostra-se bastante vantajoso (Michels, 2015).

Verifica-se que, para as três instalações estudadas, o método econômico apresentou um custo inicial mais elevado. No entanto, ao considerar o período de análise de 10 anos, semelhante ao caso anterior, os custos operacionais são significativamente inferiores. O tempo de *payback* das 3 instalações foram 6,5, 13,3 e 20 anos, respectivamente (Michels, 2015).

Dessa forma, no custo total ao longo do tempo, para os dois casos estudados, o método econômico revela-se bastante vantajoso ao longo do tempo.

2.3 Método de pesquisa

Para o desenvolvimento da pesquisa, é necessário definir um método de coleta de dados que seja suficiente para análise e, assim, responder à pergunta da pesquisa. Para tal, será empregado o método *Survey*, classificado como quantitativo, visando avaliar os dados de maneira objetiva.

Assim, segundo Freitas *et al.* (2000, p. 105),

o método de pesquisa *survey* pode ser descrita como a obtenção de dados ou informações sobre características, ações ou opiniões de determinado grupo de pessoas, indicado como representante de uma população-alvo, por meio de um instrumento de pesquisa, normalmente o questionário.

Portanto, o método de *survey* permite avaliar quantitativamente um grupo-alvo específico por meio de um questionário. Este método é apropriado nas condições: se deseja responder questões

onde o foco de interesse é sobre o que está acontecendo, com questões do tipo "o que?", "como?" ou "quanto?". É especialmente útil quando não há interesse ou é impraticável controlar as variáveis dependentes e independentes, e quando o objeto de interesse ocorre no presente ou em um passado recente (Fink, 1995).

Para a aplicação da unidade de análise (aquilo que se pretende analisar) aos respondentes (indivíduos que fornecerão as informações) é necessário uma boa amostra. No entanto, é importante destacar que nenhuma amostra é perfeita, podendo variar em termos de grau de erro de amostragem ou enviesamento (Fink, 1995).

Dessa forma, alguns aspectos devem ser fortemente considerados na construção da amostra, como ter claramente definido o objetivo que se tem com a realização da *survey*, o que poderá fornecer melhores condições de assegurar que a amostra seja adequada ou não; também como determinar objetivamente os critérios de elegibilidade dos respondentes, ou seja, quais as condições que decidem se os respondentes podem participar ou não da amostra (Fink, 1995).

O processo de amostragem inclui a definição da população-alvo, o contexto de amostragem, a unidade de amostragem, o método de amostragem, o tamanho da amostra e a seleção da amostra (Fink, 1995).

Na definição da estratégia de aplicação do questionário, deve-se atentar para condições como o custo, o tempo e a forma, a fim de que venha garantir uma boa taxa de resposta ao estudo.

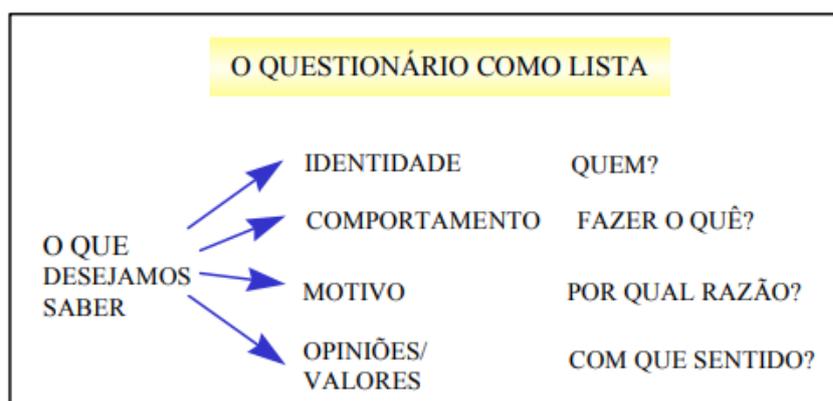
Há diversas formas da construção de uma enquete e, assim, alguns cuidados devem ser tomados na elaboração do questionário, como (Gil, 2002) :

- a) deve conter alternativas suficientemente exaustivas para abrigar a ampla gama de respostas possíveis;
- b) incluir apenas perguntas relacionadas ao problema de pesquisa;
- c) otimizar as perguntas de forma que sejam obtidas adequadas a construção de tabelas e análise de dados;
- d) evitar perguntas que possam penetrar a intimidade dos respondentes;
- e) formular perguntas claras, concretas e precisas;
- f) formular perguntas que tenham uma única interpretação;
- g) formular perguntas que refiram-se a apenas uma ideia;
- h) o questionário deve iniciar com perguntas mais simples e terminar com perguntas mais complexas;

i) o questionário deve conter instruções acerca do correto preenchimento das questões.

Moscarola e Freitas (2002) ainda definem alguns objetivos a serem considerados na concepção de um questionário, conforme a Figura 3.

Figura 3 – Objetivos observados na concepção de um questionário



Fonte: Moscarola e Freitas (2002).

Após identificar os pontos a serem considerados na elaboração de um questionário, é crucial criar uma versão de teste com o objetivo de avaliar sua eficácia em medir o que se propõe. Essa versão de teste deve ser enviada a uma pequena parte da amostra (Gil, 2002).

Ao analisar esse pré-questionário, é necessário verificar se todas as perguntas foram respondidas corretamente. Além disso, é fundamental avaliar se as questões não apresentaram dificuldades de compreensão para os respondentes, garantindo assim a eficácia do questionário final (Gil, 2002).

Validado o questionário de testes e realizadas as devidas correções, deve-se selecionar sua amostra, conforme citado anteriormente, amostragem por cotas, e iniciar a coleta e verificação de dados (Gil, 2002).

2.4 Amostragem

Para definir o tipo de amostra a ser utilizada, precisa-se entender primeiro os tipos de amostras existentes, que são as amostras probabilísticas e não probabilísticas.

A amostragem probabilística tem a característica de todos os elementos da população terem a mesma chance de serem escolhidos, resultando numa amostra que represente toda a população, de forma aleatória, eliminando a subjetividade da amostra (Fink, 1995) .

Já a amostragem não probabilística define a amostra a partir de algum critério escolhido, impedindo que qualquer indivíduo da população faça parte da amostra, tornando os resultados não generalizáveis para toda a população, já que eles são selecionados a partir de um determinado fator, que nem todos os indivíduos da população apresentam (Fink, 1995).

Existem seis tipos de amostras não probabilísticas convencionais, segundo Freitas *et al.* (2000):

- a) por conveniência - os participantes são escolhidos por estarem disponíveis;
- b) mais similares ou mais semelhantes - os participantes são escolhidos por serem semelhantes (ou o inverso);
- c) por cotas - os participantes são escolhidos por meio de algum critério;
- d) bola de neve - os participantes iniciais indicam participantes;
- e) casos críticos casos típicos - os participantes são escolhidos por serem considerados indispensáveis;
- f) casos típicos - os participantes são escolhidos por serem normais (excluído os críticos).

Dessa forma, o melhor método aplicável a esta pesquisa é o método de amostragem por cotas, onde são definidos parâmetros que devem ser considerados na seleção dos indivíduos para a construção da amostra, como, por exemplo, a localidade e a área de atuação.

Assim, amostragem por cotas caracteriza-se por estabelecer características desejadas da população alvo, de forma que tenha-se claramente definido os indivíduos a serem atingidos (Babbie, 2003).

2.4.1 Tamanho da amostra

Para entender se a amostragem desenvolvida obtém um valor confiável nos dados obtidos, é necessário estabelecer um tamanho mínimo de respostas dentro de um valor de confiança desejado.

Conforme explicado na seção 2.5.1, o erro de amostragem é inevitável, porém é reduzido conforme um tamanho de amostra adequado. O erro de amostragem é inversamente proporcional ao tamanho da amostragem, ou seja, quanto maior e mais próximo ao tamanho ideal da amostra, menor o erro de amostragem associado (Triola, 2017).

A determinação correta do tamanho da amostra é importante pois, segundo (Triola, 2017):

- a) amostras maiores do que a necessária demandam desperdício de tempo e recursos financeiros;
- b) amostras menores do que a ideal levam a resultados não confiáveis.

Dessa forma, pode-se utilizar a equação (12) para determinar o tamanho ideal da amostra (Triola, 2017).

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha/2} \cdot \sigma}{E} \right)^2 \quad (12)$$

Onde:

n é o número de indivíduos na amostra;

α é o grau de confiança desejado;

$Z_{\alpha/2}$ é o valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado;

σ é o desvio-padrão populacional da variável estudada;

E é a margem de erro desejada.

Para os possíveis valores de confiança (α) e os valores críticos correspondentes ($Z_{\alpha/2}$) da equação (12), utiliza-se a Tabela 7 (Triola, 2017).

Tabela 7 – Valores críticos associados ao grau de confiança na amostra

Nível de Confiança	α	Valor Crítico $Z_{\alpha/2}$
90%	0,10	1,645
95%	0,05	1,96
99%	0,01	2,575

Fonte: Triola (2017).

Nota: Adaptado pelo autor.

Nos casos em que o desvio padrão da amostra não é conhecido, e não é possível estimá-lo, utiliza-se a equação (13) para determinar o tamanho da amostra (Triola, 2017).

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot 0,25}{E^2} \right) \quad (13)$$

Onde:

n é o número de indivíduos na amostra;

α é o grau de confiança desejado;

$Z_{\alpha/2}$ é o valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado;

E é a margem de erro desejada.

Essas equações descritas anteriormente são para populações consideradas infinitas, ou seja, que tem um tamanho muito superior à amostra, onde a amostra corresponde a menos de 5% da população. Caso a amostra for superior a este valor indicado, a população é considerada finita, e utiliza-se a equação (14) para determinar o valor ideal da amostra (Triola, 2017).

$$n = \frac{N \cdot \sigma^2 \cdot (Z_{\alpha/2})^2}{(N - 1) \cdot E^2 + \sigma^2 \cdot (Z_{\alpha/2})^2} \quad (14)$$

Onde:

n é o número de indivíduos na amostra;

α é o grau de confiança desejado;

$Z_{\alpha/2}$ é o valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado;

σ é o desvio-padrão populacional da variável estudada;

E é a margem de erro desejada.

Ainda sobre a construção da amostra, é necessário definir o nível de confiabilidade conforme a quantidade de respondentes. Esse valor é encontrado manipulando a equação (13), isolando a variável E . Dessa forma, esse valor será definido na seção 4.1 juntamente com o auxílio da ferramenta disponibilizada *online* pela SurveyMonkey (2023).

$$E = Z_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (15)$$

Onde:

n é o número de indivíduos na amostra;

α é o grau de confiança desejado;

$Z_{\alpha/2}$ é o valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado;

σ é o desvio-padrão populacional da variável estudada;

E é a margem de erro desejada.

2.5 Tipos de erros em levantamentos

Conforme destacado por Fowler (2011), o propósito fundamental de uma pesquisa é fornecer informações sobre as características de uma população-alvo. Nesse contexto, é designado um grupo de pessoas, uma amostra, com o objetivo de coletar informações que possam descrever a população de maneira abrangente. Uma característica crucial da pesquisa é que os entrevistados respondam ao questionário com base em suas experiências e opiniões.

Ao desenvolver um questionário, é essencial estar atento aos possíveis erros que podem surgir durante a construção da amostra. Isso garante que ela seja feita de forma a representar toda a população que não foi incluída. Além disso, é necessário ter cautela durante a execução da coleta de dados, especialmente em relação aos respondentes (Fowler, 2011).

2.5.1 Erros associados à amostragem

Segundo Fowler (2011),

Toda vez que uma amostra é retirada de uma população maior, há alguma chance de talvez a amostra diferir da população total de onde foi retirada.

Dessa forma, em uma pesquisa por amostra, normalmente tem-se uma única amostra ao qual generaliza-se. Essa amostra pode e irá diferir do que se pareça a população total, e um dos objetivos da metodologia de pesquisa é minimizar essa diferença entre a amostra criada e a população total, de forma que se obtenham as características refletidas da população total. Esse erro na variação das características da população por conta da montagem da amostra é chamado de erro de amostragem (Fowler, 2011).

Esse erro de amostragem é um erro aleatório, onde é possível ter, às vezes uma, quantidade maior de uma população com características "x", ou às vezes menos, onde o ideal seria estar próximo à média original da população como um todo. Assim, é importante minimizar esta variação das características da amostra de forma que fique próxima à média da população (Fowler, 2011).

Um outro possível erro, chamado de erro de viés, é o erro causado pela inclusão errônea de respondentes à amostra, que não se encaixam na população alvo da pesquisa (Fowler, 2011).

Assim, Fowler (2011) estabelece as três etapas que podem introduzir erros na criação da amostra:

- a) estruturação da amostra, onde são os envolvidos que realmente tem chances de serem selecionados dentro da população-alvo. Essa etapa estaria relacionada ao caso do escolhido ter reais chances de serem eleitos, como por exemplo, terem e-mail para que possa ter alguma forma de contato;
- b) processo de seleção de quem estiver na amostra não for aleatório, ou seja, os selecionados precisam estar todos dentro dos parâmetros estabelecidos como público-alvo, como, por exemplo, uma amostra formada por pessoas que não são voluntárias para estarem em uma pesquisa;
- c) falta de coleta das respostas de toda a amostra, onde algumas pessoas podem não estar disponíveis para responder ao questionário, devido à questões de saúde ou conhecimentos técnicos, podendo afetar os resultados da pesquisa e transformando-a numa pesquisa potencialmente tendenciosa.

Por fim, a variabilidade aleatória da estimativa da amostra, com o erro de amostragem e os vieses associados à amostra, não é relacionada a tudo, de forma que um plano de pesquisa bem elaborado tem a capacidade de minimizar tais erros e trazer consistência e estabilidade à pesquisa (Fowler, 2011).

2.5.2 Erros associados à resposta

Para analisar os erros referentes as respostas, é necessário entender primeiramente o que está sendo questionado. Fatos objetivos envolvem perguntas diretas, como, por exemplo, questionamentos de "sim" ou "não". Estados subjetivos estão relacionados a questionamentos indiretos, como relacionados a "opiniões" e "experiências" (Fowler, 2011).

Segundo Fowler (2011),

Os erros podem ser causados por todos os tipos de coisas: o não entendimento da questão, não ter a informação necessária para responder e distorcer as respostas para que pareçam boas são apenas alguns exemplos.

Assim, alguns respondentes podem afetar a credibilidade da pesquisa e, dessa forma, à medida que as respostas são afetadas por fatores que não são os fatores relacionados à pergunta, há erro na resposta (Fowler, 2011).

Os erros nas respostas não se limitam apenas às respostas subjetivas, mas também às objetivas, relacionados ao viés de resposta. Por exemplo, o respondente pode influenciar a resposta com base em sentimentos pessoais para expressar uma opinião mais favorável (Fowler, 2011).

2.6 Método de análise de dados

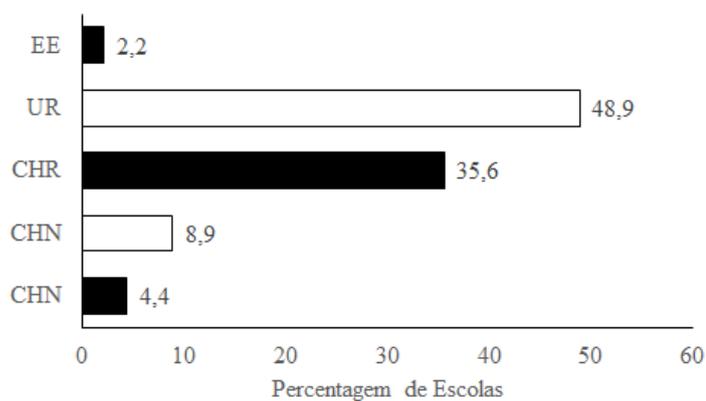
Com a elaboração e aplicação do questionário, espera-se obter os dados necessários para o desenvolvimento desta pesquisa. Portanto, é essencial contar com um método eficaz de análise de dados, capaz de extrair o máximo de informações possíveis.

Segundo Levine, Berenson e Stephan (2017), existem dois tipos de características de variáveis que podem ser estudadas e que produzem resultados: categorizadas ou numéricas. As variáveis categorizadas produzem respostas categorizadas, como, por exemplo "Você possui Títulos de Poupança do Governo?", com respostas que resumem-se a "sim" ou "não", e variáveis numéricas, como, por exemplo "Quantos Títulos de Poupança do Governo você tem?", que irá gerar uma resposta numérica.

Para representar os dados obtidos, que serão do tipo categorizados, pode-se utilizar a representação por meio de gráficos de barra ou em pizza (Levine; Berenson; Stephan, 2017).

Nos gráficos de barras, cada categoria é representada por uma barra cujo o comprimento corresponde a porcentagem de observações da correspondente categoria. O Gráfico 1 mostra um exemplo de um gráfico em barras (Levine; Berenson; Stephan, 2017).

Gráfico 1 – Exemplo de Gráfico de Barras - Gráfico em barras de percentagem representando o foco institucional das escolas da Carolina do Norte

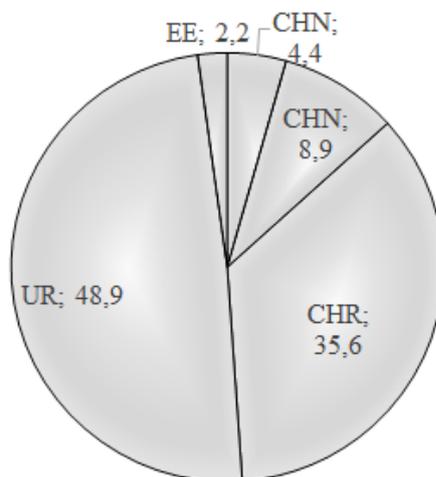


Fonte: Levine, Berenson e Stephan (2017)

Nota: Adaptado pelo autor.

Para um gráfico em pizza, desenha-se um círculo e o reparte de forma que se separam os setores correspondente aos valores obtidos. Esses setores são chamados de "fatias da pizza". O Gráfico 2 exemplifica um gráfico em pizza (Levine; Berenson; Stephan, 2017).

Gráfico 2 – Exemplo de Gráfico de Pizza - Gráfico em pizza de percentagem representando o foco institucional das escolas da Carolina do Norte



Fonte: Levine, Berenson e Stephan (2017)

Nota: Adaptado pelo autor.

3 METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

3.1 Caracterização metodológica

Do ponto de vista da natureza da pesquisa, esta se enquadra como aplicada, segundo Prodanov e Feitas (2013), onde busca analisar um assunto já existente, sendo este o levantamento da utilização da norma ABNT NBR 15920:2011 no setor de projetos elétricos no Estado do Espírito Santo. Dessa forma, é um estudo que decorre de uma análise documental e referencial teórico da norma em estudo e suas aplicações práticas de empresas a partir do levantamento de dados via questionário.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é classificada como descritiva. Ela se dedica a coletar e documentar dados sem interferência do autor, organizando-os de maneira a facilitar o desenvolvimento da pesquisa.

No que se refere aos procedimentos, para a obtenção destes dados foi utilizado o levantamento, também conhecido como *survey*, onde foram coletadas as informações necessárias por meio de um questionário, que serviu para interrogar as empresas supracitadas, de forma direta e rápida.

Por fim, quanto à abordagem do problema, a pesquisa é classificada como quantitativa. A aplicação do questionário permite a coleta de informações sobre a quantidade, facilitando a posterior análise dos dados.

3.2 Etapas de desenvolvimento

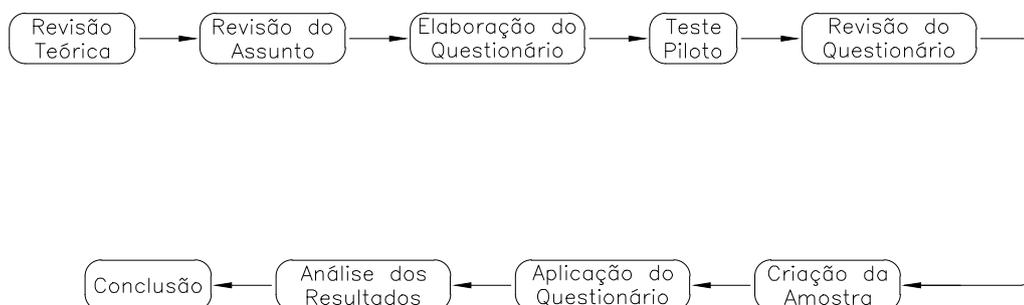
As etapas de desenvolvimento iniciaram-se pela revisão e expansão do conhecimento sobre o assunto. Em seguida, avaliada as métricas a serem abordados no questionário, para atender os objetivos da pesquisa. De imediato será elaborado um questionário piloto como forma de teste.

O questionário piloto foi enviado a algumas pessoas próximas com capacidade técnica para responder, visando obter respostas em um curto período de tempo. Após o retorno, realizou-se a correção de erros, concluindo assim a etapa de desenvolvimento do instrumento da pesquisa. Por fim, o questionário foi enviado às empresas-alvo selecionadas.

Com o retorno dos questionários, os dados foram tratados de maneira a extrair o máximo de informações possível. Em seguida, deu-se início ao desenvolvimento da análise que será incluída

na versão final da pesquisa. A Figura 4 concentra as etapas de desenvolvimento através de um fluxograma.

Figura 4 – Etapas de desenvolvimento



Fonte: Produção do próprio autor.

3.3 Desenvolvimento do questionário

Para a realização da pesquisa e o levantamento dos dados junto às empresas, como já mencionado anteriormente, foi desenvolvido um questionário e sua versão final encontra-se no APÊNDICE A. Esse questionário teve como público alvo as empresas de projetos elétricos do estado do Espírito Santo, e o objetivo da aplicação do questionário foi conseguir avaliar pontos que serão relevantes à conclusão da pesquisa.

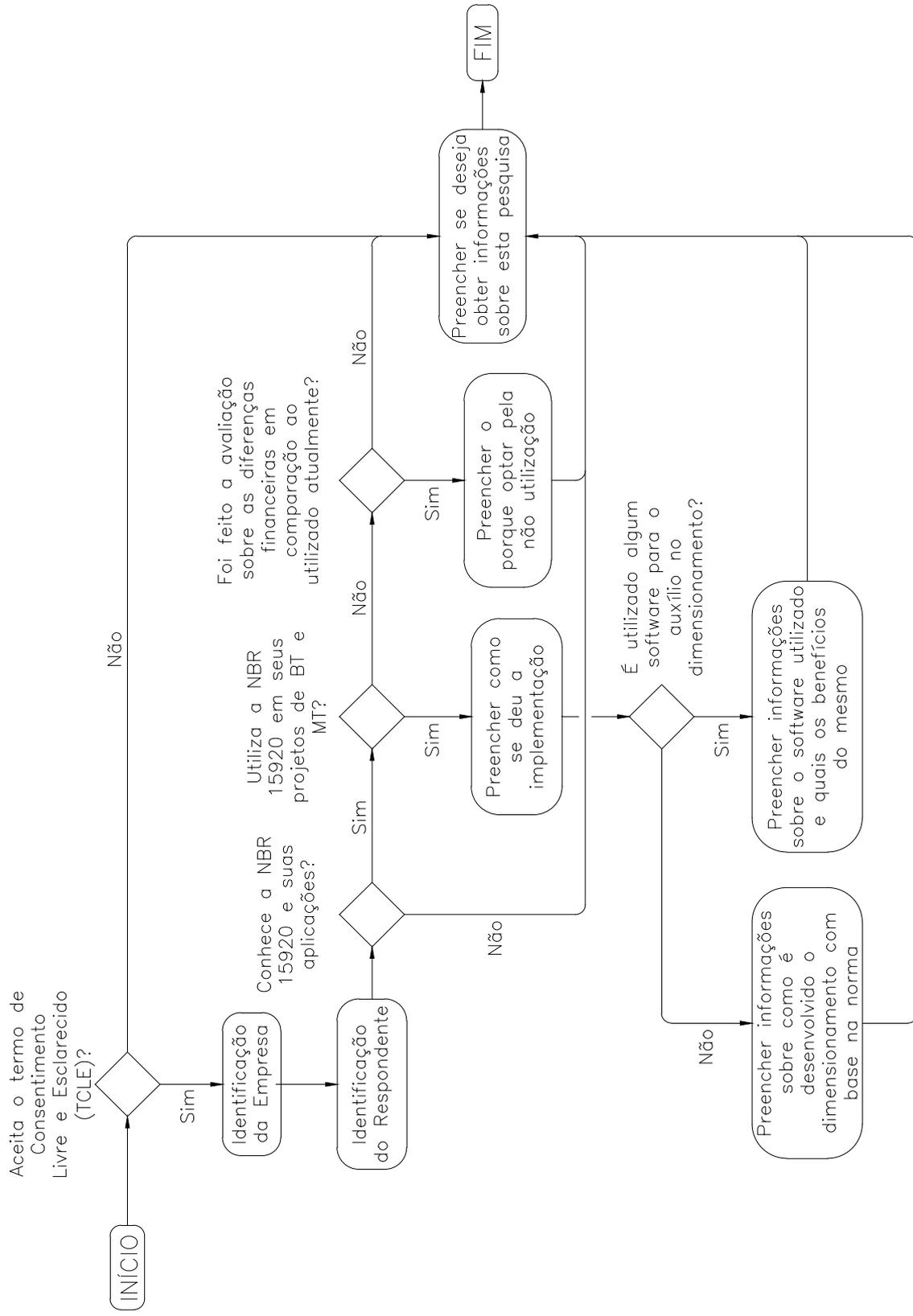
Para o desenvolvimento do questionário foi construído um diagrama, conforme a Figura 5, com a lógica a ser seguida para a elaboração das perguntas e assim conseguir obter as respostas necessárias para o desenvolvimento da pesquisa.

Com a lógica do questionário definida por um fluxograma (Figura 5), ele foi dividido em seções, permitindo assim a organização das perguntas em diferentes tópicos, conforme detalhado a seguir:

a) Seção 1 - Carta de Apresentação.

Justificativa: Apresentar a pesquisa à empresa-alvo, informar o responsável pela resposta sobre o propósito do estudo e fornecer dados de contato para esclarecer eventuais dúvidas relacionadas ao questionário. Essa etapa visa estabelecer uma comunicação clara e transparente com os participantes da pesquisa;

Figura 5 – Lógica do questionário



b) Seção 2 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Justificativa: Estabelecer um entendimento junto a empresa e o respondente sobre o tratamento dos dados fornecidos. Deve-se garantir a transparência e a segurança em relação à confidencialidade das informações, informando como os dados serão utilizados, processados e apresentados na pesquisa. Isso contribui para a confiança e cooperação dos participantes.

Pergunta(s): 1 a 2;

c) Seção 3 - Dados sobre a Empresa.

Justificativa: Coletar informações gerais sobre a empresa respondente. Esses dados podem incluir características como o porte da empresa, área de atuação, número de funcionários, faturamento, entre outros. Essas informações são essenciais para contextualizar os resultados obtidos na pesquisa e entender como diferentes variáveis podem influenciar as práticas de dimensionamento de condutores elétricos.

Pergunta(s): 3 a 7;

d) Seção 4 - Dados sobre o Respondente.

Justificativa: Obter dados mais detalhados sobre o respondente, como seu nível de escolaridade, área de formação, cargo atual na empresa, tempo de experiência na área, entre outros. Associar essas informações aos resultados posteriores da pesquisa pode proporcionar *insights* (entendimentos) valiosos sobre como diferentes características dos respondentes podem influenciar suas práticas e conhecimentos em relação ao dimensionamento de condutores elétricos.

Pergunta(s): 8 a 17;

e) Seção 5 - Nível de Conhecimento da ABNT NBR 15920:2011.

Justificativa: Avaliar o conhecimento da norma pela empresa e prosseguir com as perguntas, incluindo a investigação do grau de familiaridade com a norma.

Pergunta(s): 18;

f) Seção 6 - Informações da Empresa Acerca da ABNT NBR 15920:2011.

Justificativa: Em caso de conhecimento da norma, entender como esse conhecimento se deu e avaliar se a norma é utilizada para o dimensionamento de condutores elétricos.

Pergunta(s): 19 a 20;

g) Seção 7 - Informações sobre o Uso da ABNT NBR 15920:2011.

Justificativa: Em caso de uso, obter informações mais detalhadas sobre a maneira como ela é aplicada nas práticas das empresas. Isso inclui aspectos como uso de *softwares* que auxiliam o dimensionamento, e benefícios reparados com a utilização do método econômico, entre outros pontos que ajudarão a mapear a experiência das empresas com a norma.

Pergunta(s): 21 a 26;

h) Seção 8 - Informações sobre o Uso da ABNT NBR 15920:2011.

Justificativa: No caso do não uso, identificar os motivos pelos quais as empresas optam por não utilizá-la. Avaliar quais são os métodos de dimensionamento utilizados pela mesma e entender se foi realizado algum método comparativo que justifique o não uso da norma. Essas respostas são valiosas para identificar possíveis obstáculos que podem ser endereçados para incentivar o uso futuro da norma.

Pergunta(s): 27 a 30;

i) Seção 9 - Método(s) de Dimensionamento de Condutores Elétricos.

Justificativa: No caso do desconhecimento da norma, buscar entender quais métodos de dimensionamento são atualmente empregados pelas empresas que não conhecem a norma. Questões sobre os critérios, normas ou procedimentos adotados para o dimensionamento de condutores elétricos permitirão identificar as práticas existentes. Essas informações são cruciais para avaliar a diversidade de abordagens e fornecem *insights* valiosos sobre o contexto atual das empresas que ainda não estão familiarizadas com a norma em questão.

Pergunta(s): 31 a 35;

j) Seção 10 - Conclusão;

k) Seção 11 - Fim da Pesquisa.

Com a lógica de questionamento definida, presente na Figura 5, e os assuntos separados como descrito anteriormente, o questionário foi construído por meio da ferramenta gratuita *Google Forms*, e as perguntas foram desenvolvidas:

a) Avaliar a área de atuação da empresa (Figura 6).

Justificativa: Entender quais setores foram atingidos com esta pesquisa é crucial para avaliar se o resultado obtido está dentro do escopo do setor de projetos elétricos, onde a norma ABNT NBR 15920:2011 encontraria sua aplicação mais efetiva.

Figura 6 – Pergunta 4

4. **Quais das seguintes opções descreve melhor as operações da empresa? ***
(pode ser marcada mais de uma alternativa)

Marcar tudo o que for aplicável.

- Projetos elétricos em BT
- Projetos elétricos em MT
- Execução de projetos elétricos em BT
- Execução de projetos elétricos em MT
- Manutenção de instalações elétricas em BT
- Manutenção de instalações elétricas em MT
- Outra: _____

Fonte: Produção do próprio autor.

- b) O tamanho e porte da empresa (Figuras 7 e 8).

Justificar: Avaliar se o conhecimento encontra-se em empresas de pequeno, médio ou grande porte, para entender se existe alguma seletividade do conhecimento através da renda.

Figura 7 – Pergunta 5

5. **Qual o número de colaboradores da empresa? ***

Marcar apenas uma oval.

- Até 19 funcionários (Microempresa)
- De 20 a 99 funcionários (Pequena Empresa)
- De 100 a 499 funcionários (Média Empresa)
- Igual ou superior a 500 funcionários (Grande Empresa)
- Não sei/não desejo responder

Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 8 – Pergunta 6

6. Qual o porte da empresa baseado em seu faturamento anual? *

Marcar apenas uma oval.

- MEI (Microempreendedor Individual) - até R\$ 81.000,00 anuais
- ME (Microempresa) - até R\$ 360.000,00 anuais
- EPP (Empresa de Pequeno Porte) - até R\$ 4.800.000,00 anuais
- Grupo IV - Empresa de Grande Porte - entre R\$ 4.800.000,00 e R\$ 6.000.000,00 anuais
- Grupo III - Empresa de Grande Porte - entre R\$ 6.000.000,00 e R\$ 20.000.000,00 anuais
- Grupo II - Empresa de Grande Porte - entre R\$ 20.000.000,00 e R\$ 50.000.000,00 anuais
- Grupo I - Empresa de Grande Porte - acima de R\$ 50.000.000,00 anuais
- Não sei/não desejo responder

Fonte: Produção do próprio autor.

c) O local de atuação da empresa (Figura 9).

Justificativa: Avaliar em qual região do estado do Espírito Santo encontra-se o conhecimento da norma.

Figura 9 – Pergunta 7

7. Em qual município do estado do Espírito Santo a empresa se situa? *

Marcar apenas uma oval.

- Aracruz
- Cachoeiro de Itapemirim
- Cariacica
- Colatina
- Guarapari
- Linhares
- São Mateus
- Serra
- Viana
- Vila Velha
- Vitória
- Outra: _____

Fonte: Produção do próprio autor.

d) O nível de conhecimento das empresas da norma ABNT NBR 15920:2011 (Figura 10).

Justificativa: Avaliar se a norma, que é o objeto principal desta pesquisa, encontra-se difundida nas empresas da região do estado do Espírito Santo.

Figura 10 – Pergunta 18

18. **É de conhecimento da empresa a norma ABNT NBR 15920:2011? ****Marcar apenas uma oval.*

- Não *Avançar para a pergunta 31*
- Conhecimento pequeno *Avançar para a pergunta 19*
- Conhecimento parcial *Avançar para a pergunta 19*
- Conhecimento abrangente *Avançar para a pergunta 19*

Fonte: Produção do próprio autor.

e) Onde foi obtido o conhecimento da norma ABNT NBR 15920:2011 (Figura 11).

Justificativa: Avaliar como se deu o conhecimento da norma, a fim de entender em qual etapa do desenvolvimento do projetista esse conhecimento foi absorvido.

Figura 11 – Pergunta 19

19. **Como se deu o conhecimento da empresa acerca da norma ABNT NBR 15920:2011? ***
(pode ser marcada mais de uma alternativa)*Marcar tudo o que for aplicável.*

- Conhecimento antigo da empresa
- Pré-requisito de chamadas públicas
- Pré-requisito de licitações
- Pré-requisito de carta-convite
- Palestras
- Workshops
- Curso de curta duração
- Curso técnico
- Curso superior
- Pós-graduação
- Outra: _____

Fonte: Produção do próprio autor.

f) A utilização da norma ABNT NBR 15920:2011 (Figura 12).

Justificativa: Após a validação da utilização da norma, avaliar se a mesma é aplicada para o dimensionamento dos condutores elétricos.

Figura 12 – Pergunta 20

20. **A norma ABNT NBR 15920:2011 é aplicada pela empresa para o dimensionamento de condutores elétricos em seus projetos?** *

Marcar apenas uma oval.

- Sim *Avançar para a pergunta 21*
 Não *Avançar para a pergunta 27*

Fonte: Produção do próprio autor.

- g) A utilização de *softwares* no dimensionamento de condutores elétricos (Figura 13).

Justificativa: Avaliar a utilização de programas que facilitem e torne mais preciso o dimensionamento de condutores elétricos, e identificar se essa poderia ser uma barreira na utilização da norma.

Figura 13 – Perguntas 21 e 22

21. **Na empresa, o dimensionamento de condutores elétricos é feito por meio de algum software específico?** *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não
 Prefiro não dizer / Não sei dizer

22. **Se a resposta à pergunta anterior foi "Sim", qual(is) software(s)?**

Fonte: Produção do próprio autor.

- h) Benefícios da utilização do método de dimensionamento além dos dados técnicos elétricos (Figura 14).

Justificativa: Avaliar possíveis benefícios relatados pela utilização da norma.

Figura 14 – Perguntas 23 e 24

23. **Com o uso da ABNT NBR 15920:2011, foi relatado algum benefício pelo cliente? ***

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não
 Prefiro não dizer

24. **Se a resposta à pergunta anterior foi "Sim", qual(is) benefício(s)?**

Fonte: Produção do próprio autor.

i) Tempo de elaboração dos projetos (Figura 15).

Justificativa: Avaliar se a implementação do método de dimensionamento de condutores elétricos a partir da norma afetou o tempo de elaboração de projetos.

Figura 15 – Perguntas 25 e 26

25. **O tempo para a elaboração do projeto utilizando o método econômico presente na ABNT NBR 15920:2011 foi maior se comparado ao utilizado anteriormente, ou seja, o mesmo se tornou mais expensivo? ***

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não
 Prefiro não dizer

26. **Se a resposta à pergunta anterior foi "Sim", por favor, discorra sobre este ponto.**

Fonte: Produção do próprio autor.

j) Critérios utilizados no dimensionamento de condutores elétricos (Figura 16).

Justificativa: No caso da não utilização da norma, ou do desconhecimento da mesma, avaliar quais são os critérios mais utilizados.

Figura 16 – Perguntas 27 e 28

27. **Qual(is) o(s) critério(s) atualmente utilizado(s) pela empresa para o dimensionamento de condutores elétricos?** *
- (pode ser marcada mais de uma alternativa)

Marcar tudo o que for aplicável.

- Critério da capacidade de condução de corrente
- Critério da queda de tensão
- Critério da seção mínima
- Prefiro não dizer
- Outra: _____

28. **Caso tenha algum critério a mais considerado no dimensionamento dos condutores elétricos, favor discorrer sobre.**

Fonte: Produção do próprio autor.

- k) Comparações entre os possíveis métodos utilizados pela empresa e a norma ABNT NBR 15920:2011 (Figura 17).

Justificativa: Avaliar os possíveis motivos associados pela não utilização da norma.

Figura 17 – Perguntas 29 e 30

29. **A empresa, em algum momento, realizou alguma análise comparativa entre o dimensionamento através da norma ABNT NBR 15920:2011 com o método utilizado atualmente?** *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Prefiro não dizer

30. **Se a resposta à pergunta anterior foi "Sim", por gentileza, informe os resultados desta análise.**

Fonte: Produção do próprio autor.

- l) Conhecimento de demais normas (Figura 18).

Justificativa: No caso do não desconhecimento da norma, avaliar o conhecimento de normas que tenham a mesma intenção que a norma pesquisada.

Figura 18 – Pergunta 35

35. **É de conhecimento da empresa alguma(s) destas normas a seguir? ***
(pode ser marcada mais de uma alternativa)

Marcar tudo o que for aplicável.

- ABNT NBR NM 280, Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD)
- IEC 60287-1-1, Electric cables – Calculation of the current rating – Part 1-1
- IEC 60287-2-1, Electric cables – Calculation of the current rating – Part 2
- IEC 60853-1, Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables – Part 1
- IEC 60853-2, Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables – Part 2
- Nenhuma das opções acima

Fonte: Produção do próprio autor.

Dessa forma, estes foram os pontos levantados afim de serem avaliados pelo questionário, com a versão final presente no APÊNDICE A.

3.4 Definição da amostra

Como mencionado na seção 2.4, o método de criação de amostra utilizado foi o de cotas. Os participantes foram escolhidos com base em características pré-definidas para representar uma região específica da população.

As características desejadas para os elementos da amostra foram:

- a) Empresas de projetos elétricos;
- b) Empresas situadas no estado do Espírito Santo.

Entrou-se em contato com o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Espírito Santo (CREA-ES) para obter informações de comunicação com as empresas de engenharia cadastradas no órgão. Essa abordagem é crucial para garantir uma amostra representativa e relevante, composta por empresas que atuam na área de engenharia elétrica e, potencialmente, estão envolvidas com projetos elétricos, alinhando-se ao escopo da pesquisa.

O CREA-ES retornou uma planilha em *Excel* com dados de contato, sendo eles e-mail e telefone, de aproximadamente 343 empresas de engenharia e tecnologia cadastradas no estado do Espírito Santo. Essas empresas vão desde o desenvolvimento de projetos, construção civil, até a execução de projetos e consultorias.

Dessa forma, estas empresas de engenharia foram filtradas individualmente e separadas para a criação da amostra apenas aquelas que tinham como finalidade a elaboração de projetos elétricos, resultando em um número de 29 empresas. Este número ainda é incerto por não ter posse da informação exata de que as mesmas trabalham com projetos elétricos, já que essa validação foi obtida por meio de informações presentes nos sites (endereços eletrônicos) das referidas empresas.

Além destas empresas obtidas com o auxílio do CREA-ES, foi feita também uma pesquisa de sites (endereços eletrônicos), por meio do *Google*, a fim de procurar outras empresas que possam não estar contidas nesses contatos fornecidos. A partir desta pesquisa, foram adicionadas mais 21 empresas que não estavam nessa listagem anterior.

A amostra total conta com 50 empresas, podendo sofrer alterações com base nas respostas das empresas que possivelmente não atuam na área de projetos elétricos. Por fim, na seção 4.1, realizou-se uma análise da quantidade de respondentes e definiu-se a taxa de confiabilidade desta pesquisa.

3.5 Envio e coleta de dados

Com o questionário na sua versão final desenvolvido (seção 3.3) e presente no APÊNDICE A, e a amostra selecionada (seção 3.4), realizou-se o contato de todos os elementos da amostra com o envio do questionário.

O contato foi principalmente realizado via e-mail, utilizando o endereço institucional fornecido pela UFES, por meio da plataforma *Gmail*. Esse processo estendeu-se por aproximadamente 8 semanas, com frequência de envio de 2 a 3 vezes por semana.

Para assegurar a máxima credibilidade da pesquisa, é fundamental obter o maior número possível de respostas dos participantes da amostra.

4 ANÁLISES E RESULTADOS

4.1 Confiabilidade da amostra

Dentre as 50 empresas da amostra selecionada, obteve-se respostas de 2 empresas que afirmaram não trabalhar com elaboração de projetos elétricos. Portanto, tem-se um total de 48 empresas que receberam o questionário e estão aptas a responder e participar da pesquisa.

Desse grupo de 48 empresas, obteve-se a resposta de 8 delas, resultando em um percentual de retorno do questionário válido de 16,67%. Conforme explicado na seção 2.4.1 e utilizando a equação (15), consegue-se encontrar, para uma taxa de 80% de confiança, uma margem de erro de aproximadamente 21%.

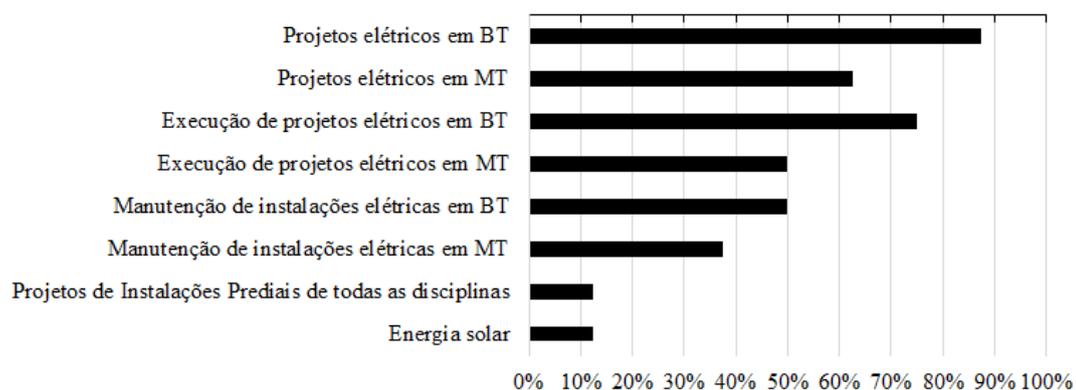
Avalia-se que esta porcentagem de respostas não é o ideal, porém satisfatório, uma vez que este tipo de pesquisa depende da colaboração voluntária das empresas para participarem.

4.2 Caracterização das empresas e dos respondentes

De posse das respostas do questionário, foi feita uma análise de cada aspecto individual abordado. Nesta seção, foram analisadas as perguntas referentes aos respondentes, buscando compreender suas características para antecipar e explicar melhor os resultados.

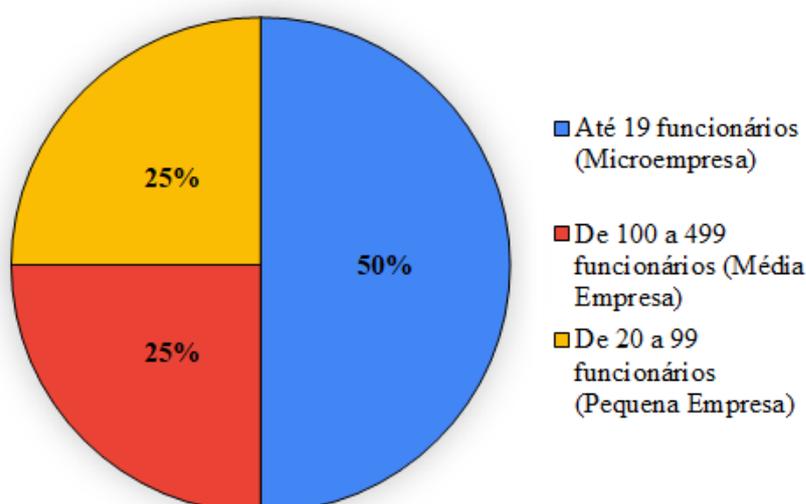
Quanto às áreas de atuação das empresas, apresentadas no Gráfico 3, aproximadamente 87,5% atuam nas áreas de projetos elétricos de BT e, aproximadamente, 62,5% de MT, que eram os principais focos desta pesquisa. Dessas empresas, mais de 75% têm menos de 99 funcionários, evidenciando que uma grande parte é configurada como pequena empresa, conforme visto no Gráfico 4.

Gráfico 3 – Resposta 4 - Áreas de atuação das empresas abordadas



Fonte: Produção do próprio autor.

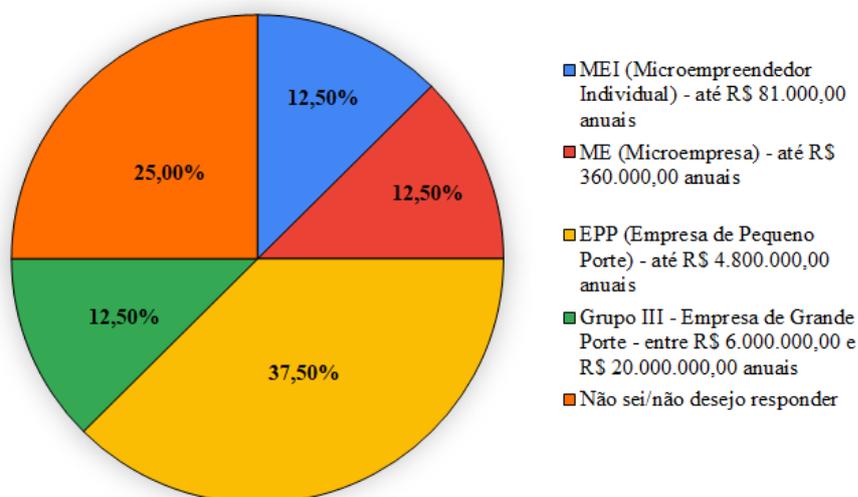
Gráfico 4 – Resposta 5 - Número de colaboradores das empresas



Fonte: Produção do próprio autor.

Quanto ao faturamento e tamanho, observa-se que 25% das empresas são caracterizadas como grande porte, enquanto 75% se enquadram em empresas de pequeno porte ou menor. Além disso, 25% não sabem ou preferem não responder, conforme representado no Gráfico 5. Dessa forma, entende-se que a amostra pode ser caracterizada como experiente, com 50% das empresas apresentando faturamento relevante, aproximadamente 4,8 milhões anuais.

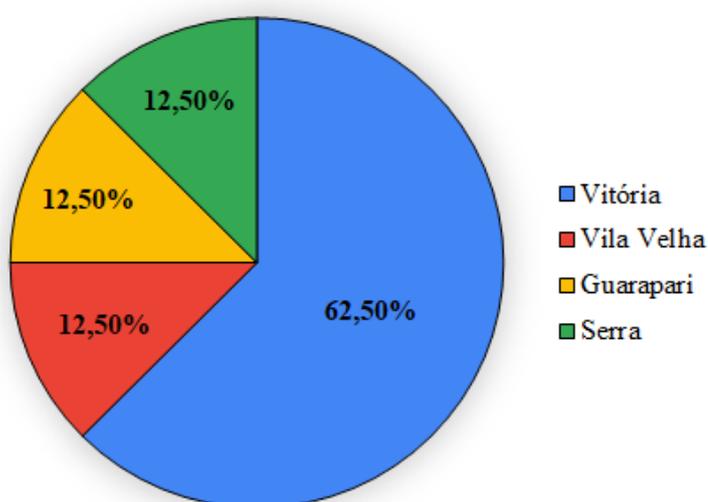
Gráfico 5 – Resposta 6 - Porte das empresas baseado em seu faturamento



Fonte: Produção do próprio autor.

Em relação à localização das empresas abordadas, 87,5% estão na região metropolitana da Grande Vitória, como visto no Gráfico 6. No entanto, não se obtiveram respostas de empresas localizadas no interior do estado, também alvo da pesquisa.

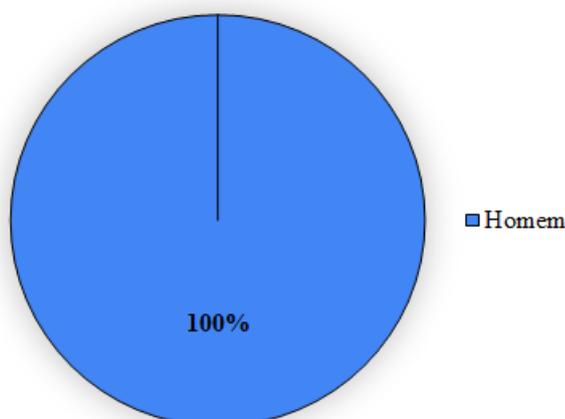
Gráfico 6 – Resposta 7 - Região de atuação das empresas entrevistadas



Fonte: Produção do próprio autor.

Quanto ao gênero dos respondentes, a sua totalidade são homens, podendo significar a baixa quantidade de mulheres presentes nas áreas de engenharias, representado no Gráfico 7.

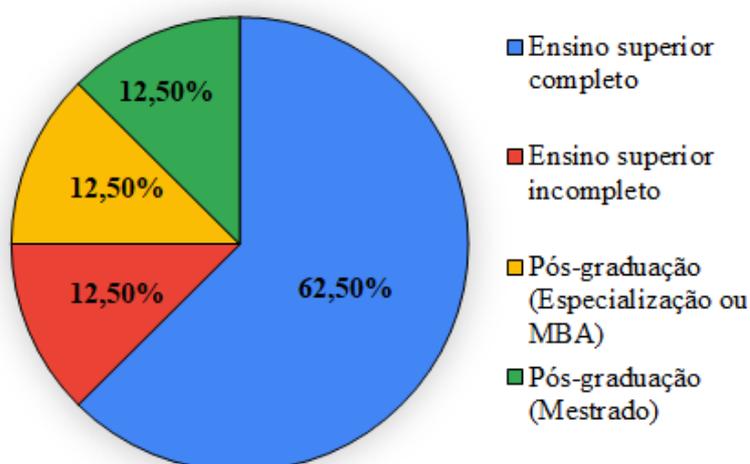
Gráfico 7 – Resposta 11 - Gênero dos respondentes



Fonte: Produção do próprio autor.

Quanto ao nível de escolaridade dos respondentes, 87,5% possuem ensino superior completo, com 25% tendo estudo posterior à graduação. Isso demonstra conhecimento e acredita-se que possa agregar valor às respostas fornecidas, conforme indicado no Gráfico 8.

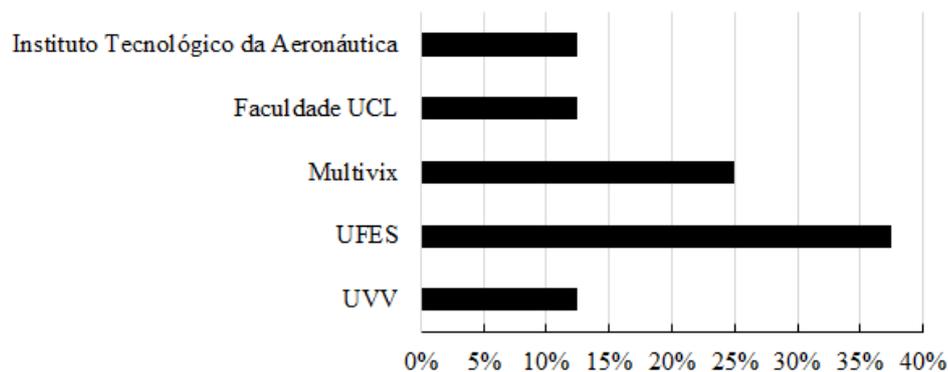
Gráfico 8 – Resposta 12 - Nível de escolaridade dos respondentes



Fonte: Produção do próprio autor.

No que diz respeito à instituição da última formação, a maioria dos respondentes se formou em universidades localizadas na Região Metropolitana da Grande Vitória, representando também 87,5% dos participantes, como representado no Gráfico 9.

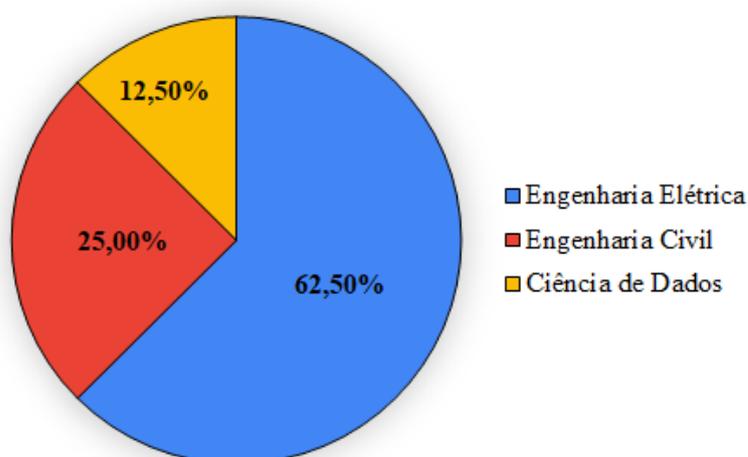
Gráfico 9 – Resposta 13 - Instituição de formação dos respondentes



Fonte: Produção do próprio autor.

Quanto às áreas de formação dos respondentes, representadas no Gráfico 10, tem-se que 87,5% são formados em áreas de engenharia. Dessa forma, isso caracteriza que a maioria dos participantes teve contato mínimo com normas elétricas em geral, o que, mais uma vez, acredita-se que possa agregar valor às respostas fornecidas.

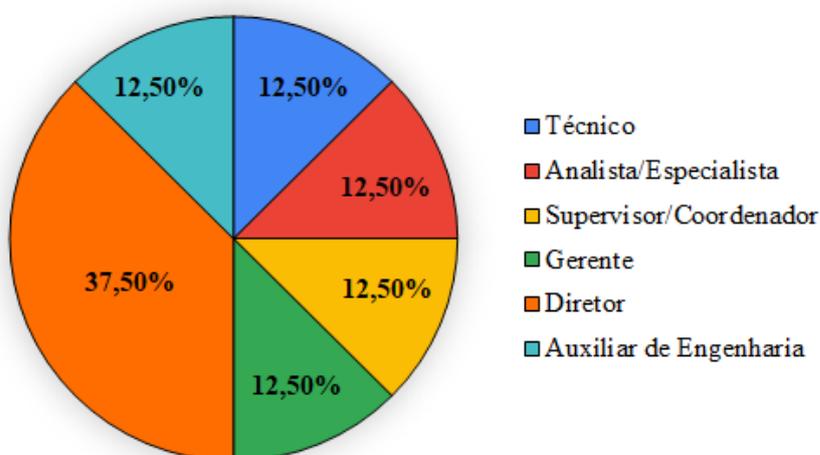
Gráfico 10 – Resposta 14 - Área de formação acadêmica dos respondentes



Fonte: Produção do próprio autor.

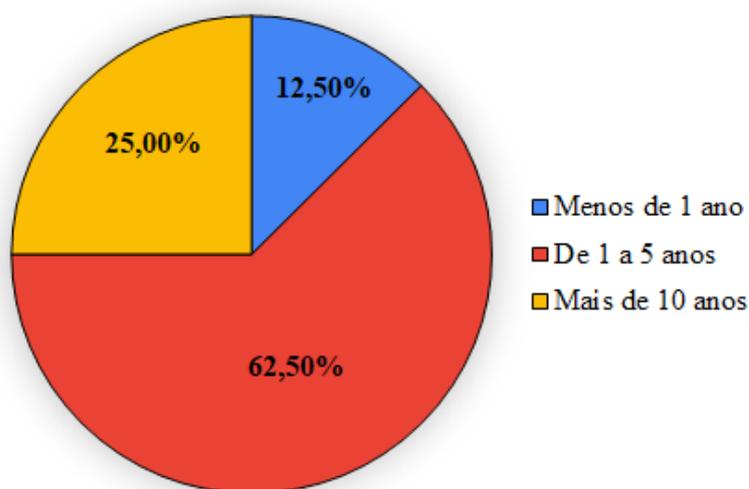
Em relação ao nível hierárquico dos respondentes, observa-se uma grande variação, sendo que 62,5% ocupam cargos de responsabilidade na empresa, como supervisores e gerentes, conforme ilustrado no Gráfico 11. Por fim, quanto ao tempo de empresa dos respondentes, a maioria possui mais de 1 ano de experiência, representando cerca de 87,5%. Essa constatação é positiva, uma vez que os respondentes são pessoas com bom conhecimento da empresa, conforme representado no Gráfico 12.

Gráfico 11 – Resposta 15 - Cargo hierárquico dos respondentes



Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 12 – Resposta 16 - Tempo de atuação na empresa dos respondentes



Fonte: Produção do próprio autor.

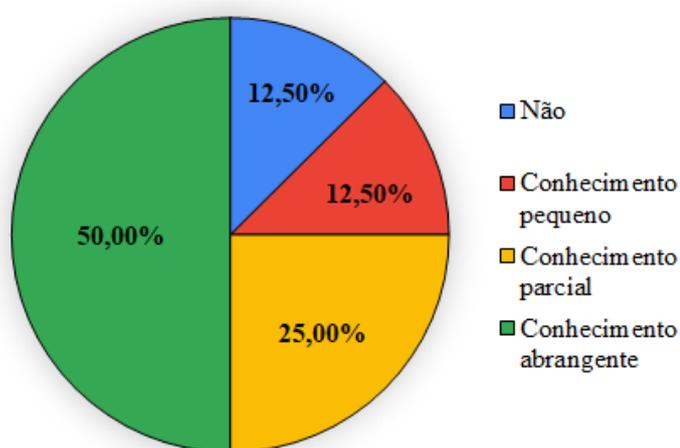
Conclui-se que, em sua totalidade, os respondentes são homens, graduados majoritariamente em áreas de engenharia em universidades da Região Metropolitana da Grande Vitória. As empresas nas quais trabalham também estão localizadas na região, possuindo cargos hierárquicos de relevância, experiência dentro das empresas, sendo a maioria de pequeno porte, mas com faturamentos financeiros relevantes.

4.3 Análise dos dados

Com os respondentes caracterizados, deu-se prosseguimento à análise das respostas referentes à norma ABNT NBR 15920:2011, com o objetivo de responder à questão central desta pesquisa e avaliar o uso da norma.

Em relação ao conhecimento da norma, apenas 12,5% dos respondentes não conhecem a norma, e 50% a conhecem de forma abrangente, conforme visto no Gráfico 13. Dessa forma, acredita-se que as respostas seguintes tem grande embasamento por parte dos respondentes.

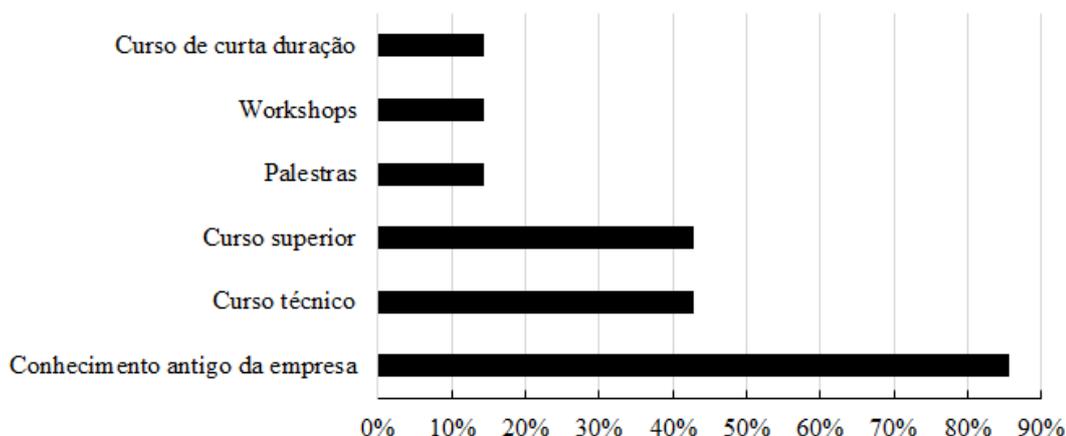
Gráfico 13 – Resposta 18 - Conhecimento da norma ABNT NBR 15920:2011



Fonte: Produção do próprio autor.

Por meio do Gráfico 14 avalia-se que o conhecimento sobre a norma foi adquirido principalmente por meio de ensinamentos dentro da própria empresa, totalizando cerca de 87,5%. Em contraste, menos da metade, aproximadamente 42,5%, obteve esse conhecimento durante sua formação acadêmica, seja em cursos técnicos ou superiores. Esses resultados sugerem a possibilidade de uma lacuna no ensino, indicando que a norma pode não ser abordada de maneira adequada durante a formação do projetista.

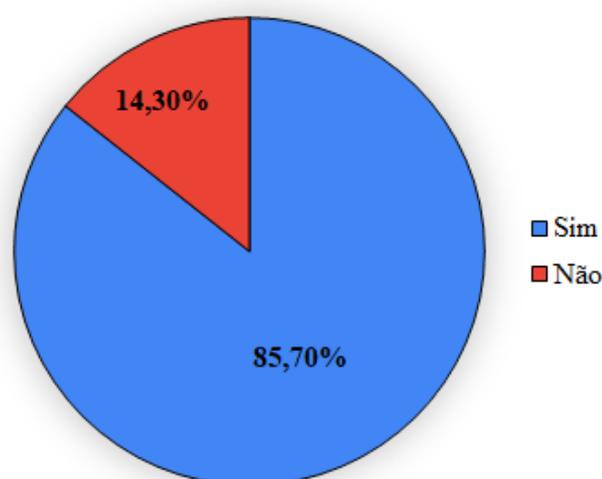
Gráfico 14 – Resposta 19 - Como se deu o conhecimento da empresa acerca da norma ABNT NBR 15920:2011



Fonte: Produção do próprio autor.

Cerca de 85,7% das empresas utilizam a norma ABNT NBR 15920:2011 no dimensionamento dos condutores elétricos, conforme visto no Gráfico 15, o que representa uma ótima taxa de utilização da norma.

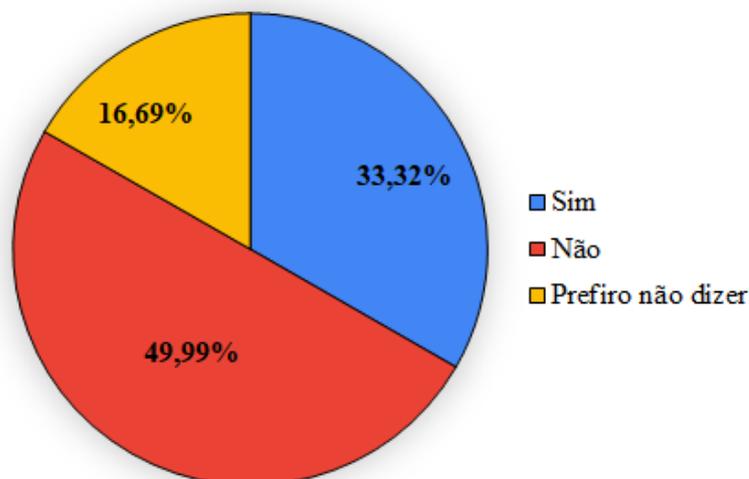
Gráfico 15 – Resposta 20 - Aplicação da norma ABNT NBR 15920:2011



Fonte: Produção do próprio autor.

Dentre as empresas que utilizam a norma, aproximadamente 33% receberam *feedback* positivo de seus clientes, destacando economia e eficiência nos custos dos projetos desenvolvidos, conforme representado Gráfico 16. Considerando que o *feedback* costuma ocorrer de forma voluntária por parte dos clientes, essa taxa é incentivadora para o uso da norma, uma vez que seus benefícios são percebidos e reconhecidos pelos clientes.

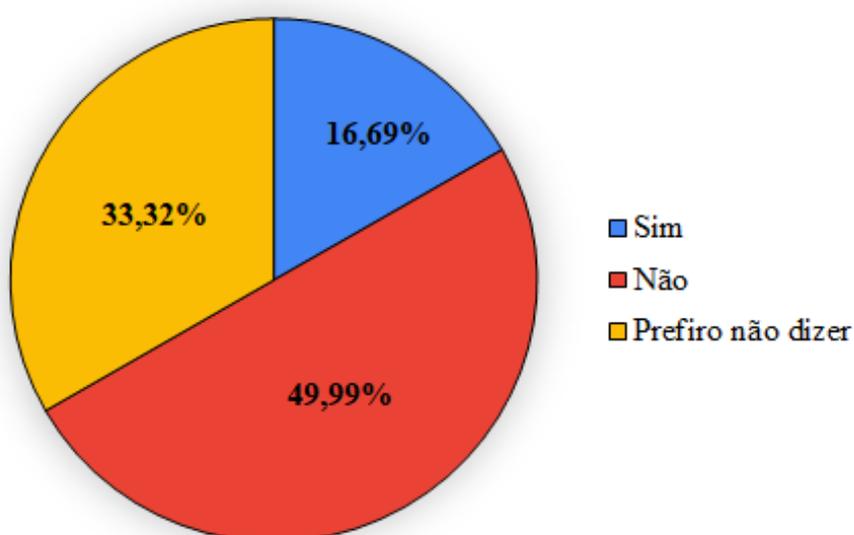
Gráfico 16 – Resposta 23 - Benefício relatado pela utilização da norma ABNT NBR 15920:2011



Fonte: Produção do próprio autor.

Também foi relatado que o tempo de elaboração dos projetos não aumentou, como ilustrado no Gráfico 17. Isso indica que o incremento no tempo de elaboração não é um possível motivo para a não utilização da norma, o que era uma preocupação inicial da pesquisa e poderia desencorajar seu uso.

Gráfico 17 – Resposta 25 - Tempo de elaboração dos projetos com a utilização da norma ABNT NBR 15920:2011



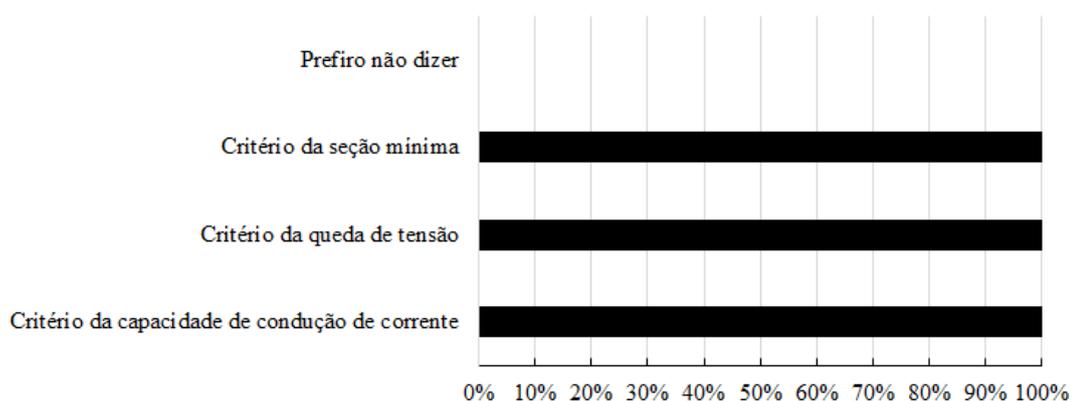
Fonte: Produção do próprio autor.

Dessa forma, considerando as empresas que responderam conhecer e utilizar a norma ABNT NBR 15920:2011, não foi identificado nenhum motivo que impeça uma maior adoção da mesma.

Os retornos obtidos foram positivos e a constatação de que a norma não tornou mais trabalhoso o desenvolvimento dos projetos sugerem que não há barreiras significativas para a sua utilização.

Quanto às empresas que não utilizam a norma, representando cerca de 14,3%, conforme mencionado anteriormente no Gráfico 15, elas aplicam critérios de dimensionamento de condutores elétricos conforme indicado no Gráfico 18. Esses critérios foram sugeridos como padrão na pergunta em questão, sem que os respondentes fizessem considerações adicionais. Surpreendentemente, nenhuma das empresas que não utiliza a norma fez comparação com a ABNT NBR 15920:2011 para avaliar se seria vantajoso adotá-la.

Gráfico 18 – Resposta 27 - Critérios utilizados para dimensionamento dos condutores elétricos



Fonte: Produção do próprio autor.

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A presente pesquisa, direcionada a analisar o nível de adesão das empresas de elaboração de projetos elétricos no estado do Espírito Santo à norma de dimensionamento de condutores elétricos ABNT NBR 15920:2011, revelou aspectos cruciais que impactam diretamente a prática do setor. No decorrer do estudo, foram minuciosamente examinadas as normas técnicas relevantes para sistemas elétricos de Baixa Tensão (BT) e Média Tensão (MT), abrangendo a ABNT NBR 5410:2004 e a ABNT NBR 14039:2021, proporcionando uma sólida base teórica para compreender o cenário normativo.

A escolha do método de levantamento de dados *survey* se mostrou fundamental para extrair informações valiosas das empresas de projetos elétricos na região do Espírito Santo. Os resultados destacam que a ABNT NBR 15920:2011 permeia significativamente as práticas dessas empresas.

Das 48 empresas que receberam o questionário, obteve-se a resposta de 8 delas, totalizando uma taxa de resposta de 16,67%. A amostra obtida representa respondentes capacitados, onde 85,7% possuem formação em nível superior completo e 85,7% são das áreas de engenharias. Por fim, apenas 12,5% estão na empresa há menos de 1 ano, demonstrando ser uma amostra também experiente.

Assim, destes respondentes, cerca de 87,5% conhecem a norma, e dentre estes que a conhecem, aproximadamente 85,7% a utilizam em seus dimensionamentos de condutores elétricos. O conhecimento da norma se deu principalmente através de conhecimentos antigos da empresa, sendo representado por 85,7%, e apenas 42,5% através do ensino técnico ou superior.

Um ponto de atenção emerge ao constatar que o conhecimento sobre a norma é predominantemente adquirido dentro das organizações, representado por 87,5% dos respondentes, indicando uma possível lacuna no ensino formal, especificamente na formação dos projetistas.

A análise aprofundada dos dados revela que a norma não apenas é eficaz e econômica, mas também recebe *feedback* positivo das empresas que a adotam. A ausência de complicações significativas ou aumento substancial nos custos e no tempo de elaboração dos projetos valida a recomendação enfática para a utilização generalizada da norma.

No horizonte de pesquisas futuras, sugere-se:

- a) Uma exploração mais abrangente de métodos alternativos para a coleta de dados, visando superar a limitação da taxa de resposta identificada, que alcançou aproximadamente 16,67%;

- b) Foco maior em tentar entender possíveis fatores que possam contribuir ou atrapalhar a utilização da norma, uma vez que esses pontos dependem da quantidade de respondentes para obter a maior quantidade de experiências possível.

Em última análise, este estudo contribuiu significativamente para o entendimento da aplicação da ABNT NBR 15920:2011 no contexto de projetos elétricos no Espírito Santo. As conclusões apontam para a necessidade de maior ênfase no ensino da norma durante a formação profissional e ressaltam sua relevância como ferramenta eficaz no desenvolvimento de projetos elétricos, abrindo caminho para aprimoramentos práticos no setor.

Este trabalho não apenas aborda as questões identificadas, mas também fornece uma base sólida para iniciativas futuras que visem otimizar o uso das normas técnicas no âmbito dos projetos elétricos, contribuindo assim para o avanço e a eficiência desse setor crucial.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Tarifa de energia elétrica pode subir acima da inflação em 2023, diz Aneel**. 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/tarifa-de-energia-eletrica-pode-subir-acima-da-inflacao-em-2023-diz-aneel/>. Acesso em: 03 abr. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 209 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15920**: Cabos elétricos — cálculo da corrente nominal — condições de operação — otimização econômica das seções dos cabos de potência. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. 27 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 280**: Condutores de cabos isolados (iec 60228, mod). Rio de Janeiro: ABNT, 2011. 24 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14039**: Instalações elétricas de média tensão, de 1,0 kv a 36,2 kv. Rio de Janeiro: ABNT, 2021. 96 p.
- BABBIE, E. **Métodos de Pesquisa Survey**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2003. 519 p.
- BIROCHI, R. **Metodologia de Estudo e de Pesquisa em Administração**. 1. ed. Florianópolis: CAPES, 2015. 134 p.
- BRANDT, D. C. **Métodos Quantitativos**. 1. ed. Cabo Frio: UNIASSELVI, 2014. 171 p.
- CHAVES, C. C. **Dimensionamento Econômico de Condutores Aplicados a Instalações Elétricas em Baixa Tensão: Um Estudo de Caso**. Ponta Grossa: Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 11, 2019.
- COTRIM, A. A. M. B. **Instalações Elétricas**. 5. ed. São Paulo: ABDR, 2002. 496 p.
- FIGUEIREDO, T. M. de. **Emissão de Gases de Efeito Estufa na Produção de Energia Elétrica Gerada por Usinas Hidroelétricas, Eólicas e Termoeletricas no Brasil**. 90 p. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) — Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.
- FINK, A. **The survey handbook**. 1. ed. Thousand Oaks: Sage, 1995.
- FOWLER, J. F. J. **Pesquisa de Levantamento**. 4. ed. Porto Alegre: Penso, 2011. 232 p.
- FREITAS, H.; OLIVEIRA, M.; SACCOL, A. Z.; MOSCAROLA, J. O método de pesquisa survey. **Revista de Administração**, v. 35, p. 105–112, jul./set. 2000.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: ATLAS, 2002. 175 p.
- GOOGLE. **Google Forms**. Disponível em: <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>. Acesso em: 18 ago. 2023.
- GOOGLE. **Google Gmail**. Disponível em: <https://www.google.com/intl/pt-BR/gmail/about/>. Acesso em: 18 ago. 2023.

LEVIN, J. **Estatística Aplicada a Ciências Humanas**. 2. ed. São Paulo: Harbra, 1987. 392 p.

LEVINE, D. M.; BERENSON, M. L.; STEPHAN, D. **Estatística: Teoria e aplicações usando microsoft excel em português**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC. 2288 p.

MICHELS, G. A. B. **Dimensionamento Econômico de Condutores Elétricos Aplicado a Estudo de caso**. 86 p. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Elétrica) — Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2015.

MOSCAROLA, J.; FREITAS, H. **Da observação à decisão: Métodos de pesquisa e de análise quantitativa e qualitativa de dados**. São Paulo: Fundação Getulio Vargas, v. 1, jan./jun. 2002.

PROCOBRE. **Dimensionamento Econômico e Ambiental de Condutores Elétricos**. 2012. Disponível em: <http://abcobre.org.br/wp-content/uploads/2021/08/manual-de-dimensionamento-economico-ambiental-rev-jan-2016.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2023.

PRODANOV, C. C.; FEITAS, E. C. de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 276 p.

SURVEYMONKEY. **Calculadora de margem de erro**. Disponível em: <https://pt.surveymonkey.com/mp/margin-of-error-calculator/>. Acesso em: 12 nov. 2023.

TRIOLA, M. F. **Introdução à Estatística**. 12. ed. São Paulo: LTC, 2017. 754 p.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

Pesquisa sobre a utilização da norma ABNT NBR 15920:2011 nas empresas de projetos elétricos no Espírito Santo

*Indica uma pergunta obrigatória

Carta de Apresentação

Sou o Luiz Cláudio Campista Júnior e sou estudante de Graduação em Engenharia Elétrica na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Estou desenvolvendo meu projeto de graduação, orientado pela Profa. Dra. Carla Cesar Martins Cunha, com o intuito de entender o uso da norma ABNT NBR 15920:2011 nas empresas de projetos elétricos no Espírito Santo, com o título **UMA ANÁLISE SOBRE A APLICAÇÃO DA NORMA ABNT NBR 15920:2011 NO SETOR DE PROJETOS ELÉTRICOS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.**

Por isso, venho pedir a sua participação nesta pesquisa. O tempo estimado para responder este questionário é de, no máximo, 10 minutos. Os dados serão mantidos em sigilo, sem riscos de exposição da empresa.

Qualquer dúvida, siga à disposição para esclarecimentos de quaisquer dúvidas!

Luiz Cláudio Campista Junior
luiz.campista@edu.ufes.br
(27) 98105-0823



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

1. Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa intitulada: **UMA ANÁLISE SOBRE A APLICAÇÃO DA NORMA ABNT NBR 15920:2011 NO SETOR DE PROJETOS ELÉTRICOS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.** *

A JUSTIFICATIVA, OS OBJETIVOS E OS PROCEDIMENTOS: Esta norma traz informações sobre o dimensionamento econômico de cabos elétricos, com o intuito de dimensionar condutores que tenham menores perdas de energia elétrica, trazendo para o empreendimento uma economia financeira a longo prazo. Desta forma, o objetivo desta pesquisa é identificar o nível de adesão das empresas de projetos elétricos no Estado do Espírito Santo à utilização da norma ABNT NBR 15920:2011, para o dimensionamento dos condutores elétricos em seus projetos, e compreender seus motivos.

DESCONFORTOS, RISCOS E BENEFÍCIOS: Os entrevistados na pesquisa não serão submetidos a desconfortos e riscos, sendo de livre opção a participação, que não lhes causará dano algum, uma vez que serão protegidos pelo sigilo das informações repassadas. Em contrapartida, os benefícios dar-se-ão a partir da compilação dos dados da pesquisa e compartilhamento dos resultados.

GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO: Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária, e a recusa em participar não acarretará em qualquer penalidade ou perda de benefícios. O pesquisador irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados da pesquisa serão disponibilizados em bancos públicos da UFES, porém seus dados permanecerão confidenciais. O seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

CUSTOS DA PARTICIPAÇÃO, RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO POR EVENTUAIS

DANOS: A participação no estudo não acarretará custos para você e não será disponível nenhuma compensação financeira adicional.

ESCLARECIMENTO DE DÚVIDAS: Para sanar dúvidas sobre a pesquisa, o contato será com o pesquisador Luiz Cláudio Campista Júnior, através do e-mail luiz.campista@edu.ufes.br ou telefone (27) 98105-0823.

DECLARAÇÃO DO(A) PARTICIPANTE: Eu fui informado(a) dos objetivos da presente pesquisa de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão se assim o desejar. O pesquisador Luiz Claudio Campista Júnior me certificou de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais. Assim, declaro que concordo em participar deste estudo.

Marcar apenas uma oval.

Eu aceito participar desta pesquisa *Avançar para a pergunta 3*

Eu não aceito participar desta pesquisa *Avançar para a secção 11 (Fim da Pesquisa)*

2. **Você gostaria de receber os resultados desta pesquisa? ***

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Dados sobre a Empresa

As perguntas a seguir são referente às informações gerais da empresa.

3. **Nome da empresa em que trabalha: ***

4. **Quais das seguintes opções descreve melhor as operações da empresa? ***
(pode ser marcada mais de uma alternativa)

Marcar tudo o que for aplicável.

Projetos elétricos em BT

Projetos elétricos em MT

Execução de projetos elétricos em BT

Execução de projetos elétricos em MT

Manutenção de instalações elétricas em BT

Manutenção de instalações elétricas em MT

Outra: _____

5. **Qual o número de colaboradores da empresa? ***

Marcar apenas uma oval.

Até 19 funcionários (Microempresa)

De 20 a 99 funcionários (Pequena Empresa)

De 100 a 499 funcionários (Média Empresa)

Igual ou superior a 500 funcionários (Grande Empresa)

Não sei/não desejo responder

6. Qual o porte da empresa baseado em seu faturamento anual? *

Marcar apenas uma oval.

- MEI (Microempreendedor Individual) - até R\$ 81.000,00 anuais
- ME (Microempresa) - até R\$ 360.000,00 anuais
- EPP (Empresa de Pequeno Porte) - até R\$ 4.800.000,00 anuais
- Grupo IV - Empresa de Grande Porte - entre R\$ 4.800.000,00 e R\$ 6.000.000,00 anuais
- Grupo III - Empresa de Grande Porte - entre R\$ 6.000.000,00 e R\$ 20.000.000,00 anuais
- Grupo II - Empresa de Grande Porte - entre R\$ 20.000.000,00 e R\$ 50.000.000,00 anuais
- Grupo I - Empresa de Grande Porte - acima de R\$ 50.000.000,00 anuais
- Não sei/não desejo responder

7. Em qual município do estado do Espírito Santo a empresa se situa? *

Marcar apenas uma oval.

- Aracruz
- Cachoeiro de Itapemirim
- Cariacica
- Colatina
- Guarapari
- Linhares
- São Mateus
- Serra
- Viana
- Vila Velha
- Vitória
- Outra: _____

Dados sobre o Respondente

As perguntas a seguir são referente às informações gerais do respondente.

8. Nome completo: *

9. **Endereço de e-mail: ***

10. **Telefone de contato:**

11. **Gênero: como você se identifica? ***

Marcar apenas uma oval.

Homem

Mulher

Pessoa não binária

Prefiro não dizer

Outra: _____

12. **Qual seu nível de escolaridade? ***

Marcar apenas uma oval.

Ensino fundamental

Ensino médio incompleto

Ensino médio completo

Ensino técnico incompleto

Ensino técnico completo

Ensino superior incompleto

Ensino superior completo

Pós-graduação (Especialização ou MBA)

Pós-graduação (Mestrado)

Pós-graduação (Doutorado)

13. **Nome da instituição da última formação:**

14. **Qual a sua área de formação acadêmica? ***

Marcar apenas uma oval.

- Administração
- Arquitetura
- Ciências Contábeis
- Economia
- Direito
- Engenharia civil
- Engenharia de computação
- Engenharia de controle e automação
- Engenharia elétrica
- Engenharia mecânica
- Técnico em edificações
- Técnico em eletrotécnica
- Técnico em mecânica
- Outra: _____

15. **Qual o nível hierárquico do seu cargo? ***

Marcar apenas uma oval.

- Técnico
- Analista/Especialista
- Supervisor/Coordenador
- Gerente
- Diretor
- Consultor
- Outra: _____

16. **Há quanto tempo atua na empresa? ***

Marcar apenas uma oval.

- Menos de 1 ano
- De 1 a 5 anos
- De 5 a 10 anos
- Mais de 10 anos

17. **Há quanto tempo atua no seu cargo atual? ***

Marcar apenas uma oval.

- Menos de 1 ano
- De 1 a 5 anos
- De 5 a 10 anos
- Mais de 10 anos

Nível de Conhecimento da ABNT NBR 15920:2011

As perguntas a seguir são referente ao nível de conhecimento da empresa acerca da ABNT NBR 15920:2011

18. **É de conhecimento da empresa a norma ABNT NBR 15920:2011? ***

Marcar apenas uma oval.

- Não *Avançar para a pergunta 31*
- Conhecimento pequeno *Avançar para a pergunta 19*
- Conhecimento parcial *Avançar para a pergunta 19*
- Conhecimento abrangente *Avançar para a pergunta 19*

Informações da Empresa Acerca da ABNT NBR 15920:2011

As perguntas a seguir são referente às informações da empresa relacionadas à ABNT NBR 15920:2011

19. **Como se deu o conhecimento da empresa acerca da norma ABNT NBR 15920:2011? ***
(pode ser marcada mais de uma alternativa)

Marcar tudo o que for aplicável.

- Conhecimento antigo da empresa
- Pré-requisito de chamadas públicas
- Pré-requisito de licitações
- Pré-requisito de carta-convite
- Palestras
- Workshops
- Curso de curta duração
- Curso técnico
- Curso superior
- Pós-graduação
- Outra: _____

20. **A norma ABNT NBR 15920:2011 é aplicada pela empresa para o dimensionamento de condutores elétricos em seus projetos? ***

Marcar apenas uma oval.

- Sim *Avançar para a pergunta 21*
- Não *Avançar para a pergunta 27*

Informações sobre o Uso da ABNT NBR 15920:2011

As perguntas a seguir são referente às informações sobre o uso da ABNT NBR 15920:2011 pela empresa

21. **Na empresa, o dimensionamento de condutores elétricos é feito por meio de algum software específico? ***

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Prefiro não dizer / Não sei dizer

22. **Se a resposta à pergunta anterior foi "Sim", qual(is) software(s)?**

23. **Com o uso da ABNT NBR 15920:2011, foi relatado algum benefício pelo cliente? ***

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Prefiro não dizer

24. **Se a resposta à pergunta anterior foi "Sim", qual(is) benefício(s)?**

25. **O tempo para a elaboração do projeto utilizando o método econômico presente na ABNT NBR 15920:2011 foi maior se comparado ao utilizado anteriormente, ou seja, o mesmo se tornou mais expensivo? ***

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Prefiro não dizer

26. **Se a resposta à pergunta anterior foi "Sim", por favor, discorra sobre este ponto.**

Avançar para a pergunta 36

Informações sobre o Uso da ABNT NBR 15920:2011

As perguntas a seguir são referente às informações da empresa sobre o não emprego da ABNT NBR 15920:2011

27. **Qual(is) o(s) critério(s) atualmente utilizado(s) pela empresa para o dimensionamento de condutores elétricos?** *
- (pode ser marcada mais de uma alternativa)

Marcar tudo o que for aplicável.

- Critério da capacidade de condução de corrente
- Critério da queda de tensão
- Critério da seção mínima
- Prefiro não dizer
- Outra: _____

28. **Caso tenha algum critério a mais considerado no dimensionamento dos condutores elétricos, favor discorrer sobre.**

29. **A empresa, em algum momento, realizou alguma análise comparativa entre o dimensionamento através da norma ABNT NBR 15920:2011 com o método utilizado atualmente?** *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Prefiro não dizer

30. **Se a resposta à pergunta anterior foi "Sim", por gentileza, informe os resultados desta análise.**

Avançar para a pergunta 36

Método(s) de Dimensionamento de Condutores Elétricos

As perguntas a seguir são referente aos métodos utilizados pela empresa para o dimensionamento de condutores elétricos

31. **Qual(is) o(s) critério(s) é(são) atualmente utilizado(s) pela empresa para o dimensionamento de condutores elétricos?** *
- (pode ser marcada mais de uma alternativa)

Marcar tudo o que for aplicável.

- Critério da capacidade de condução de corrente
- Critério da queda de tensão
- Critério da seção mínima
- Prefiro não dizer
- Outra: _____

32. **Caso a empresa considere algum outro critério para o dimensionamento de condutores elétricos, favor discorrer sobre.**

33. **Na empresa, o dimensionamento é feito por meio de algum software específico?** *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Prefiro não dizer / Não sei dizer

34. **Se a resposta à pergunta anterior foi "Sim", qual(is) software(s)?**

35. **É de conhecimento da empresa alguma(s) destas normas a seguir?** *
- (pode ser marcada mais de uma alternativa)

Marcar tudo o que for aplicável.

- ABNT NBR NM 280, Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD)
- IEC 60287-1-1, Electric cables – Calculation of the current rating – Part 1-1
- IEC 60287-2-1, Electric cables – Calculation of the current rating – Part 2
- IEC 60853-1, Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables – Part 1
- IEC 60853-2, Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables – Part 2
- Nenhuma das opções acima

Avançar para a pergunta 36

Conclusão

36. **Por gentileza, deixe aqui seus comentários e sugestões.**

Fim da Pesquisa

Agradeço demais pela sua participação!



Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google.

Google Formulários

ANEXO A – TABELA 36 ABNT NBR 5410:2004

ABNT NBR 5410:2004

Tabela 36 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C

Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm ²	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

ANEXO B – TABELA 37 ABNT NBR 5410:2004

ABNT NBR 5410:2004

Tabela 37 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: EPR ou XLPE

Temperatura no condutor: 90°C

Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm ²	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	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	19	17	21	17
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	73	61
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	95	79
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119	121	101
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147	146	122
50	158	141	145	130	198	175	175	154	209	179	173	144
70	200	179	183	164	253	222	221	194	269	229	213	178
95	241	216	220	197	306	269	265	233	328	278	252	211
120	278	249	253	227	354	312	305	268	382	322	287	240
150	318	285	290	259	407	358	349	307	441	371	324	271
185	362	324	329	295	464	408	395	348	506	424	363	304
240	424	380	386	346	546	481	462	407	599	500	419	351
300	486	435	442	396	628	553	529	465	693	576	474	396
400	579	519	527	472	751	661	628	552	835	692	555	464
500	664	595	604	541	864	760	718	631	966	797	627	525
630	765	685	696	623	998	879	825	725	1 122	923	711	596
800	885	792	805	721	1 158	1 020	952	837	1 311	1 074	811	679
1 000	1 014	908	923	826	1 332	1 173	1 088	957	1 515	1 237	916	767
Alumínio												
16	64	58	60	55	79	71	72	64	84	76	73	61
25	84	76	78	71	105	93	94	84	101	90	93	78
35	103	94	96	87	130	116	115	103	126	112	112	94
50	125	113	115	104	157	140	138	124	154	136	132	112
70	158	142	145	131	200	179	175	156	198	174	163	138
95	191	171	175	157	242	217	210	188	241	211	193	164
120	220	197	201	180	281	251	242	216	280	245	220	186
150	253	226	230	206	323	289	277	248	324	283	249	210
185	288	256	262	233	368	330	314	281	371	323	279	236
240	338	300	307	273	433	389	368	329	439	382	322	272
300	387	344	352	313	499	447	421	377	508	440	364	308
400	462	409	421	372	597	536	500	448	612	529	426	361
500	530	468	483	426	687	617	573	513	707	610	482	408
630	611	538	556	490	794	714	658	590	821	707	547	464
800	708	622	644	566	922	830	760	682	958	824	624	529
1 000	812	712	739	648	1 061	955	870	780	1 108	950	706	598

ANEXO C – TABELA 38 ABNT NBR 5410:2004

ABNT NBR 5410:2004

Tabela 38 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência E, F e G

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C

Temperatura ambiente de referência: 30°C

Seções nominais dos condutores mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares ¹⁾				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
	Método E	Método E	Método F	Método F	Justapostos	Espaçados	
					Método F	Método G	Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Cobre							
0,5	11	9	11	8	9	12	10
0,75	14	12	14	11	11	16	13
1	17	14	17	13	14	19	16
1,5	22	18,5	22	17	18	24	21
2,5	30	25	31	24	25	34	29
4	40	34	41	33	34	45	39
6	51	43	53	43	45	59	51
10	70	60	73	60	63	81	71
16	94	80	99	82	85	110	97
25	119	101	131	110	114	146	130
35	148	126	162	137	143	181	162
50	180	153	196	167	174	219	197
70	232	196	251	216	225	281	254
95	282	238	304	264	275	341	311
120	328	276	352	308	321	396	362
150	379	319	406	356	372	456	419
185	434	364	463	409	427	521	480
240	514	430	546	485	507	615	569
300	593	497	629	561	587	709	659
400	715	597	754	656	689	852	795
500	826	689	868	749	789	982	920
630	958	798	1005	855	905	1138	1070
800	1118	930	1169	971	1119	1325	1251
1 000	1 292	1 073	1 346	1 079	1 296	1 528	1 448
Alumínio							
16	73	61	73	62	65	84	73
25	89	78	98	84	87	112	99
35	111	96	122	105	109	139	124
50	135	117	149	128	133	169	152
70	173	150	192	166	173	217	196
95	210	183	235	203	212	265	241
120	244	212	273	237	247	308	282
150	282	245	316	274	287	356	327
185	322	280	363	315	330	407	376
240	380	330	430	375	392	482	447

ANEXO D – TABELA 39 ABNT NBR 5410:2004

ABNT NBR 5410:2004

Tabela 38 (conclusão)

Seções nominais dos condutores mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares ¹⁾				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
	Método E	Método E	Método F	Método F		Método F	Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Alumínio							
300	439	381	497	434	455	557	519
400	528	458	600	526	552	671	629
500	608	528	694	610	640	775	730
630	705	613	808	711	640	775	730
800	822	714	944	832	875	1050	1000
1 000	948	823	1 092	965	1 015	1 213	1 161

¹⁾ Ou, ainda, condutores isolados, quando o método de instalação permitir.

Tabela 39 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência E, F e G

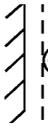
Condutores: cobre e alumínio
Isolação: EPR ou XLPE
Temperatura no condutor: 90°C
Temperatura ambiente de referência: 30°C

Seções nominais dos condutores mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares ¹⁾				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
	Método E	Método E	Método F	Método F		Método F	Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Cobre							
0,5	13	12	13	10	10	15	12
0,75	17	15	17	13	14	19	16
1	21	18	21	16	17	23	19
1,5	26	23	27	21	22	30	25
2,5	36	32	37	29	30	41	35
4	49	42	50	40	42	56	48
6	63	54	65	53	55	73	63
10	86	75	90	74	77	101	88
16	115	100	121	101	105	137	120
25	149	127	161	135	141	182	161

ANEXO D - TABELA 39 ABNT NBR 5410:2004

ABNT NBR 5410:2004

Tabela 39 (conclusão)

Seções nominais dos condutores mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares ¹⁾				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
	Método E	Método E	Método F	Método F		Método F	Horizontal Método G
							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Cobre							
35	185	158	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	216	275	246
70	289	246	310	268	279	353	318
95	352	298	377	328	342	430	389
120	410	346	437	383	400	500	454
150	473	399	504	444	464	577	527
185	542	456	575	510	533	661	605
240	641	538	679	607	634	781	719
300	741	621	783	703	736	902	833
400	892	745	940	823	868	1 085	1 008
500	1 030	859	1 083	946	998	1 253	1 169
630	1 196	995	1 254	1 088	1 151	1 454	1 362
800	1 396	1 159	1 460	1 252	1 328	1 696	1 595
1 000	1 613	1 336	1 683	1 420	1 511	1 958	1 849
Alumínio							
16	91	77	90	76	79	103	90
25	108	97	121	103	107	138	122
35	135	120	150	129	135	172	153
50	164	146	184	159	165	210	188
70	211	187	237	206	215	271	244
95	257	227	289	253	264	332	300
120	300	263	337	296	308	387	351
150	346	304	389	343	358	448	408
185	397	347	447	395	413	515	470
240	470	409	530	471	492	611	561
300	543	471	613	547	571	708	652
400	654	566	740	663	694	856	792
500	756	652	856	770	806	991	921
630	879	755	996	899	942	1 154	1 077
800	1 026	879	1 164	1 056	1 106	1 351	1 266
1 000	1 186	1 012	1 347	1 226	1 285	1 565	1 472

¹⁾ Ou, ainda, condutores isolados, quando o método de instalação permitir.

ANEXO E – TABELA 28 ABNT NBR 14039:2011

ABNT NBR 14039:2021

6.2.5.7 Variações das condições de instalação num percurso

Quando os condutores e cabos são instalados num percurso ao longo do qual as condições de resfriamento (dissipação de calor) variam, as capacidades de condução de corrente devem ser determinadas para a parte do percurso que apresenta as condições mais desfavoráveis.

Tabela 28 – Capacidade de condução de corrente (A)
Isolação: XLPE, TR XLPE, EPR ou HEPR
Temperatura do condutor: 90 °C (continua)

Seção do condutor mm ²	Condutor de cobre												
	Método de instalação												
	A1	A2	B1	B2	C	D	E	F1	F2	G1	G2	H	I
10	86	70	104	94	78	93	69	59	63	66	73	64	68
16	113	92	136	123	101	123	90	75	81	84	93	82	87
25	148	120	179	162	131	164	117	97	104	107	119	105	110
35	180	147	219	197	159	202	142	116	124	127	142	125	131
50	218	177	264	238	190	246	170	137	147	149	167	147	154
70	272	220	329	296	236	309	211	167	179	180	202	178	187
95	332	269	400	360	286	379	255	200	214	213	239	211	221
120	384	311	461	413	328	439	294	227	243	239	269	238	249
150	437	352	514	460	369	492	330	251	269	256	292	262	270
185	498	403	583	522	419	561	375	282	301	283	324	293	300
240	588	474	678	605	488	656	438	324	345	319	366	334	340
300	670	540	767	683	551	745	494	361	383	349	403	370	375
400	760	618	844	750	602	823	550	394	417	360	424	401	395
500	856	694	943	837	669	922	615	434	458	389	461	440	429
630	958	776	1 048	929	736	1 028	683	475	500	416	497	478	464
800	1 064	858	1 152	1 018	804	1 134	755	517	541	444	532	516	497
1 000	1 161	934	1 250	1 102	862	–	817	551	575	467	560	547	525

Seção do condutor mm ²	Condutor de alumínio												
	Método de instalação												
	A1	A2	B1	B2	C	D	E	F1	F2	G1	G2	H	I
10	66	54	80	72	60	72	53	45	49	51	56	50	52
16	87	71	106	96	78	96	70	58	63	65	72	64	67
25	115	94	139	126	102	127	91	75	81	83	93	82	86
35	140	114	170	154	124	157	110	90	96	99	110	97	102
50	169	137	206	186	148	192	132	106	114	117	130	114	120

ANEXO F – TABELA 29 ABNT NBR 14039:2011

ABNT NBR 14039:2021

Tabela 28 (conclusão)

Seção do condutor mm ²	Condutor de alumínio												
	Método de instalação												
	A1	A2	B1	B2	C	D	E	F1	F2	G1	G2	H	I
70	212	171	257	231	184	241	164	130	139	142	158	139	146
95	258	209	313	281	222	296	198	156	166	168	188	165	173
120	300	242	362	325	255	345	229	178	189	190	213	186	196
150	340	275	407	364	288	389	259	198	211	207	233	206	215
185	391	316	465	416	328	447	296	223	238	231	261	232	241
240	463	374	545	486	385	527	349	259	275	263	298	267	275
300	532	428	621	553	438	603	397	290	308	291	331	298	306
400	621	500	703	625	496	685	453	325	344	311	359	331	333
500	716	577	799	709	574	781	517	366	386	341	396	370	368
630	822	665	905	802	633	888	587	409	431	372	436	412	405
800	931	751	1 012	894	706	996	663	455	476	404	474	454	443
1 000	1 038	835	1 120	987	773	-	733	496	517	431	509	492	476

Tabela 29 – Capacidade de condução de corrente (A)

Isolação: **EPR 105**

Temperatura do condutor: **105 °C (continua)**

Seção do condutor mm ²	Condutor de cobre												
	Método de instalação												
	A1	A2	B1	B2	C	D	E	F1	F2	G1	G2	H	I
10	96	83	115	107	86	106	77	64	68	71	79	69	73
16	126	109	151	141	112	140	100	82	88	90	101	89	93
25	165	142	199	184	146	186	130	105	112	115	129	113	119
35	201	173	243	225	177	229	157	126	135	137	153	134	142
50	243	210	294	272	212	278	189	149	159	161	181	158	166
70	303	261	366	339	262	349	234	181	194	195	219	192	201
95	370	319	446	412	317	428	284	217	232	231	259	228	239
120	428	369	514	474	364	495	327	247	264	260	292	257	269
150	487	419	575	530	410	555	369	273	292	279	318	283	293
185	556	480	653	601	465	633	419	307	328	309	353	317	326
240	656	565	760	699	542	741	490	353	376	349	400	362	370
300	748	646	862	791	612	842	554	394	418	383	441	402	408
400	857	738	953	874	674	934	619	431	457	397	466	437	432

ANEXO F - TABELA 29 ABNT NBR 14039:2011

ABNT NBR 14039:2021

Tabela 29 (conclusão)

Seção do condutor mm ²	Condutor de cobre												
	Método de instalação												
	A1	A2	B1	B2	C	D	E	F1	F2	G1	G2	H	I
500	967	832	1067	978	749	1049	694	477	503	430	508	480	471
630	1086	933	1191	1089	828	1173	773	523	550	462	550	523	510
800	1207	1035	1311	1197	905	–	856	570	597	494	589	566	549
1000	1320	1130	1426	1301	971	–	928	609	635	520	623	601	580

Seção do condutor mm ²	Condutor de alumínio												
	Método de instalação												
	A1	A2	B1	B2	C	D	E	F1	F2	G1	G2	H	I
10	74	64	89	82	66	81	59	49	53	55	61	53	56
16	97	84	117	109	87	109	77	63	68	70	78	69	72
25	128	110	155	143	113	144	101	81	87	90	100	88	93
35	156	134	189	175	137	178	122	97	104	107	119	104	110
50	189	163	229	212	164	217	147	115	123	126	141	123	130
70	235	203	286	264	204	272	182	141	151	153	171	149	157
95	287	248	348	322	246	334	220	169	180	182	203	177	187
120	333	287	403	372	283	388	254	192	205	206	230	201	212
150	379	326	454	418	319	438	288	215	230	225	253	223	233
185	435	376	519	478	364	504	330	242	259	251	283	250	261
240	516	445	609	560	427	593	389	281	299	287	324	288	298
300	593	511	695	638	484	679	444	316	336	318	360	322	332
400	692	597	789	724	559	773	508	355	375	341	392	359	362
500	800	691	899	823	638	883	580	399	422	375	435	402	402
630	923	795	1021	934	726	1 006	661	448	471	410	479	448	444
800	1 050	900	1 144	1 045	790	1 130	747	499	522	446	523	495	486
1 000	1 174	1 005	1 270	1 158	866	–	828	545	568	478	562	538	524