



**FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS
FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ESTUDO DAS NORMATIVAS TÉCNICAS DE
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, A FIM DE PROMOVER UM
SOFTWARE DE DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO
RESIDENCIAL**

**FERNANDÓPOLIS - SP
2022**

WUZIEL MARIANO ANDRADE

**ESTUDO DAS NORMATIVAS TÉCNICAS DE
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, A FIM DE PROMOVER UM
SOFTWARE DE DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO
RESIDENCIAL**

Trabalho de conclusão apresentado como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil das Faculdades
Integradas de Fernandópolis
- FIFE.

Orientador (a): Renan Fernandes Capellette

**FACULDADES INTEGRADAS FERNANDÓPOLIS
FERNANDÓPOLIS – SP**

2022

ESTUDO DAS NORMATIVAS TÉCNICAS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, A FIM DE PROMOVER UM SOFTWARE DE DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO RESIDENCIAL

Wuziel Mariano Andrade¹
Renan Fernandes Capellette²

ANDRADE, M. W.; CAPELLETTE, R. F. ESTUDO DAS NORMATIVAS TÉCNICAS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, A FIM DE PROMOVER UM SOFTWARE DE DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO RESIDENCIAL. Fernandópolis, 2022.

RESUMO: O presente trabalho consiste na análise de informações apresentadas na Norma Brasileira (NBR) 5410:2004, NBR ISO/CIE8995-1:2013, NBR NM 60898:2004 e DIS – NOR – 030 Rev. 2:2022, direcionadas à região sudeste do país, com foco na distribuidora de energia Elektro, e confeccionar um algoritmo de verificação para os critérios mínimos para o dimensionamento de uma residência unifamiliar de pavimento térreo. O principal objetivo é o fornecimento de planilhas que contenham as especificações técnicas e o dimensionamento de fiações, disjuntores, seção de eletrodutos, quadro geral, cabos de alimentação, aterramento, balanceamento de fases e distribuição de circuitos, além do levantamento quantitativo e iluminação mínima por ambientes, e o número de tomadas de uso geral e específico. O mesmo funcionará através de uma de coleta dados, na qual esses serão apresentados pelo usuário, contendo informações e utilização do espaço projetado, os cálculos serão efetuados de acordo com as normas vigentes, que por sua vez já estarão cadastrados no banco de dados. Por fim apresentará os dados separados por circuitos em uma tabela geral, mas também apresentará os ambientes e aparelhos presentes em cada circuito em tabelas separadas para uma maior facilidade ao usuário. A criação do mesmo deve-se à expectativa de diminuir a demanda de serviço realizado manualmente, além de trazer outros benefícios como consequência, tais como a otimização de tempo e maior organização, que são fatores de suma importância durante os processos desenvolvimento e conclusão de qualquer projeto.

PALAVRAS-CHAVE: Dimensionamento. Software. Quantitativo. Iluminação

STUDY OF TECHNICAL REGULATIONS FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS, IN ORDER TO PROMOTE A SOFTWARE FOR RESIDENTIAL ELECTRICAL SIZING

ABSTRACT: The present work consists of the analysis of information presented in the Brazilian Standard (NBR) 5410:2004, NBR ISO/CIE8995-1:2013, NBR NM 60898:2004 and DIS – NOR – 030 Rev. 2:2022, aimed at the southeastern region of the country, focusing on the energy distributor Elektro, and to create a verification algorithm for the minimum criteria for the dimensioning of a single-family residence. The main objective is to supply spreadsheets that contain the technical specifications and sizing of wiring, circuit breakers, electrode section, general board, power cables, grounding, phase balancing and circuit distribution, in addition to the quantitative survey and minimum illuminance per environments, and the number of general and specific-purpose outlets. The same will work through a data collection, in which these will be presented by the user, containing information and use of the projected space, the calculations will be carried out in accordance with the current norms, which in turn will already be registered in the database. Finally, it will present the data separated by circuits in a general table, but it will also present the environments and devices present in each circuit in separate tables for greater ease to the user. Its creation is due to the expectation of reducing the demand for service performed manually, in addition to bringing other benefits as a consequence, such as time optimization and greater organization, which are extremely important factors during the development and completion processes of any project.

KEYWORDS: Sizing. Software. Quantitative. Illuminance

¹ Estudante de graduação em Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Fernandópolis - FIFE

² Mestre em Engenharia Elétrica. Professor das Faculdades Integradas de Fernandópolis – FIFE

*Endereço para correspondência: Rua Teotônio Vilela, 1.685 – Campus Universitário, Fernandópolis – SP, 15.608-380 Tel.: (17)3465 0000 E-mail: renanappellette@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A Abracopel (Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade) em 2021 apontou em seu anuário estatístico de acidentes de origem elétrica por meio de gráficos dados baseados no ano de 2020 que houveram 514 incêndios no Brasil provocados por sobrecarga de energia, sendo 181 casos na região Sudeste, com o estado de São Paulo representando 93 dos 181 casos. Com isso nota-se a importância de realizar um dimensionamento elétrico bem planejado, pois o desmazelo do profissional na hora de calcular o condutor de um circuito, por exemplo, pode custar bens ou até mesmo a vida de pessoas. Outra publicação realizada em 2017 mostra que no período entre 1999 e 2009 12,7% dos incêndios relatos em boletins de ocorrência são originários de complicações com instalações elétricas. (ABRACOPEL, 2017).

Com o aumento da tecnologia é comum ver números crescentes de aparelhos eletrônicos sendo utilizados em casa conforme o tempo. Fazendo que a demanda de energia também cresça, acarretando problemas elétricos, caso o dimensionamento e serviços elétricos tenham sido mal executados, além de que um ambiente com iluminação inadequada pode potencializar riscos de acidentes, fadiga visual, dores de cabeça e gastos desnecessários dependendo da situação.

Para isso tem-se algumas normas que foram desenvolvidas através de estudos ao longo dos anos, nos proporcionando a forma mais segura e duradoura de dimensionar uma instalação elétrica. A NBR 5410:2004, ND 10 (Atualmente encontra-se integrada na DIS – NOR – 030 Rev. 2:2022 do grupo Neoenergia), NBR ISO/CIE 8995-1:2013 rege as regras para as instalações de baixas tensões e iluminação interna respectivamente, junto com as normativas de cada distribuidora de energia, entretanto alguns profissionais deixam de fazer o dimensionamento por falta de tempo ou até mesmo por falta de entendimento das mesmas.

Este trabalho, visando à problemática apontada, propõe desenvolver um software de dimensionamento elétrico residencial, mostrando também o estudo normativo por trás da mesma, com enfoque na região Sudeste do país, mais especificamente o estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODO

O número mínimo de tomadas é atribuído segundo as orientações da NBR 5410:2004. Os banheiros, corredores e varandas são os únicos ambientes em que há uma quantidade

mínima pré-determinada, sem a necessidade de um cálculo prévio, para os banheiros pelo menos um ponto deve estar próximo a pia e um ponto próximo ao acesso, no caso da varanda. Em relação às áreas molhadas, deve-se distribuir tomadas a cada 3,50 m, de perímetro (arredondando números fracionados), prevendo, acima das bancadas, pias, dois pontos na mesma tomada ou não. Nas demais dependências pede-se que para cada 5 m de perímetro do ambiente, tenha-se um ponto de tomada distribuídos com espaçamentos uniformes entre si, arredondando também as frações de perímetros.

No cálculo de potência de iluminação deve-se primeiramente comparar a área do ambiente com dois critérios: Se o respectivo ambiente detiver área menor ou igual a 6 m², adota-se 100 VA para o mesmo como potência de iluminação; Caso o ambiente detiver área superior a 6 m², adota-se 100 VA para os primeiros 6 m² e o restante da área é dividida por 4 m², adicionando 60 VA a somatória para cada número inteiro.

Para tomadas de uso geral a atribuição de potências ocorre da seguinte forma: Em áreas molhadas, até três pontos, deve-se adotar no mínimo 600 VA para cada um e 100 VA para cada um dos restantes pontos. Caso a somatória de pontos de tomada no ambiente for maior que seis, os 600 VA mínimos passam a ser adotados até dois pontos, para o restante continua-se adotando 100 VA. Critério usado de forma separada para cada um dos ambientes; Nas demais dependências atribue-se 100 VA mínimo por ponto.

Para seguir é necessário ter em mente que as metodologias de cálculos continuam fiéis à NBR 5410/2004, entretanto alguns critérios e informações para o dimensionamento do ramal de entrada encontram-se diferentes, adotando-se assim as informações do anexo 8, Tabela 1, página 51 da DIS – NOR – 030 Rev. 2:2022, que substitui os documentos: ND. 10 Rev. 12 e NOR.DISTRIBU-ENGE-0021 Rev. 03, disponibilizada no site da Elektro. A carga instalada será a somatória das potências (em kW) de iluminação, tomadas de uso geral e tomadas de uso específico. Caso o valor resultante da carga instalada for maior que 18 kW (Maior potência disponível sem aderir uma rede trifásica), deve-se efetuar os cálculos de demanda, entretanto o software fará apenas dimensionamento de redes .monofásicas e bifásicas.

Para obter a demanda total basta realizar a somatória de todos os cálculos efetuados:

$$\mathbf{D = a + b + c + d + e + f + g + h + i + j}$$

Entretanto, deve-se calcular previamente a demanda de cada categoria separadamente pela seguinte fórmula:

$$\mathbf{Categoria = \frac{Carga\ instalada\ x\ Fator\ de\ demanda}{Fator\ de\ potência}}$$

A carga instalada apresentada na fórmula corresponde à somatória de carga de sua

respectiva categoria, um exemplo disso é a somatória de todos os chuveiros, torneiras elétricas, ferros elétricos e aquecedores de água de passagem de forma que estejam separados das restantes potências. Já os fatores de demanda e de potência são obtidos por meio das tabelas apresentadas na DIS – NOR – 030 Rev. 2:2022.

Após ter determinado o valor da demanda, utiliza-se a tabela 1 e 2, encontradas na página 51 e 52 da DIS – NOR – 030 Rev. 2:2022 para aderir a categoria e configurações do ramal, tabela a seguir:

Tabela 1 – Ramal de entrada.

Cat.	Tensão (V)	kW		kVA		Disj. (A)	Ramal (mm²)	
		De	Até	De	Até		Entrada	
							Fornecimento Distribuidora	Fornecimento Consumidor
B0	230/115	0	23	-	-	63	Al-16(16)-XLPE	
M0	220/127	0	5	-	-	40	CU-6(6)-CONC Al-16(16)-XLPE AL-10(10)-CONC	
M1	220/127	5,1	10	-	-	63	CU-10(10)-CONC Al-16(16)-XLPE AL-16(16)-CONC	
B1	220/127	0	18	-	-	63	Al-16(16)-XLPE	
T0	220/127	0	75	0	18,1	50	Al-16(16)-XLPE	
T1	220/127	0	75	18,1	25	63	Al-16(16)-XLPE	
T2	220/127	0	75	25,1	38	100	-	CU-25(25)-XLPE/EPR CU-35(35)-PVC
T3	220/127	0	75	38,1	54	150	-	CU-50(50)-XLPE/EPR CU-70(70)-PVC
T4	220/127	0	75	54,1	75	200	-	CU-70(70)-XLPE/EPR CU-120(120)-PVC
M2	380/220	0	8	-	-	40	CU-6(6)-CONC Al-16(16)-XLPE AL-10(10)-CONC	
M3	380/220	8,1	15	-	-	63	CU-10(10)-CONC Al-16(16)-XLPE AL-16(16)-CONC	
B2	380/220	0	40	-	-	63	Al-16(16)-XLPE	
T5	380/220	0	75	0	32	50	Al-16(16)-XLPE	
T6	380/220	0	75	32,1	42	63	Al-16(16)-XLPE	
T7	380/220	0	75	42,1	60	100	-	CU-25(25)-XLPE/EPR CU-35(35)-PVC
T8	380/220	0	75	60,1	75	125	-	CU-50(50)-XLPE/EPR CU-50(50)-PVC

Fonte: NEOENERGIA, 2022.

Tabela 2 – Eletrodutos, Caixas de Medição, Aterramento.

Cat.	Tensão (V)	Limite Maior Motor (cv)			Eletroduto Ramais (Polegadas)	Caixa de Medição
		1F	2F	3F		
B0	230/115	2	-	-	1 ¹ / ₄	Polifásica
M0	220/127	1	-	-	1 ¹ / ₄	Monofásica
M1	220/127	2	-	-	1 ¹ / ₄	Polifásica
B1	220/127	2	2	-	1 ¹ / ₄	Polifásica
T0	220/127	1	2	5	1 ¹ / ₄	Polifásica
T1	220/127	2	5	20	1 ¹ / ₄	Polifásica
T2	220/127	3	7,5	25	1 ¹ / ₄	Polifásica
T3	220/127	7,5	10	30	2	Caixa metálica 200A
T4	220/127	7,5	10	30	2	Polifásica
M2	380/220	3	-	-	1 ¹ / ₄	Polifásica
M3	380/220	3	-	-	1 ¹ / ₄	Polifásica
B2	380/220	5	-	-	1 ¹ / ₄	Polifásica
T5	380/220	3	5	20	1 ¹ / ₄	Polifásica
T6	380/220	5	10	30	1 ¹ / ₄	Polifásica
T7	380/220	7,5	12	30	1 ¹ / ₄	Polifásica
T8	380/220	7,5	12	30	2	Caixa metálica 200A

Fonte: NEOENERGIA, 2022.

Então, supondo que a carga instalada seja de 17 kW, que a tensão escolhida seja de 127/220 V e não há previsão de uma demanda maior de energia, a categoria B1 será a mais adequada. Adotando-se assim um disjuntor de 63 A e circuito de alimentação com 16 mm². Caso o valor resultante não se enquadre na categoria por se sobressair, pode-se utilizar a demanda calculada para ter o melhor custo benefício.

O dimensionamento de condutores é realizado através de análises e comparações de critérios e informações fornecidos pela NBR 5410:2004. Entende-se previamente as seções mínimas dos condutores (Tabela 47, NBR 5410:2004), não podendo adotar dimensões inferiores que as apresentadas. Após localiza-se o método de instalação dos condutores (Tabela 33, NBR 5410:2004), adotou-se o método de referência B1 devido ao fato da maior parte das instalações residenciais serem embutidas em alvenaria. A forma de agrupamento dos cabos afeta a condução de corrente, sendo assim é necessário que um cálculo de correção seja efetuado, o mesmo depende do fator de correção (Tabela 42, NBR 5410:2004), para a realização do cálculo basta multiplicar a corrente adotada pelo fator de correção. Posteriormente adota-se os critérios para o número mínimo de condutores carregados (Tabela 46, NBR 5410:2004). Em seguida consulta-se condução de corrente, atentando-se ao tipo de condutor, isolamento, temperatura do ambiente, do próprio condutor e da corrente corrigida adotada (Tabela 36, NBR 5410:2004) para isolamento de PVC e Tabela 37 para EPR ou XLPE, adotando-se sempre o valor superior e não inferior em casos de aproximações.

Para o dimensionamento do quadro de distribuição de circuitos (QDC), cada circuito tem seu disjuntor equivalente, o método utilizado para o dimensionamento é simples, calcula-se pela lei de Ohm, dividindo-se a potência pela tensão. Em caso de necessidade do disjuntor do ramal de entrada ser bipolar e limitando-se apenas as tensões 127 V e 220 V (disponibilizadas pela Elektro), mais comumente utilizadas em instalações residenciais, adota-se a tensão entre as fases (tensão em linha) que por sua vez é 220 V. Tendo encontrado a corrente do disjuntor do circuito verifica-se qual o tipo de curva adequada para o mesmo, às curvas para instalações residenciais baseam-se em apenas dois tipos, sendo eles de Tipo B e Tipo C, regulamentadas pela NBR NM 60898:2004. O Tipo B realiza a proteção de cargas resistivas, ou seja, utilizado para TUGs e chuveiros elétricos dentre outros equipamentos resistivos. Já o Tipo C realiza a proteção de cargas indutivas como os reatores de lâmpadas fluorescentes e motores. Realizado o dimensionamento dos disjuntores de circuitos, estabelece-se o disjuntor geral do QDC adotando-se a mesma corrente do ramal de entrada e adotando o maior tipo de curva encontrado nos circuitos.

O presente trabalho é voltado para instalações residenciais, sendo assim, adotou-se os dados apresentados na NBR 5413:1992, substituída pela NBR ISO/CIE 8995-1:2013, portanto todos os cálculos, procedimentos e definições estão de comum acordo com esta norma.

Tabela 3 – Iluminância Adequada em lux em Residências.

		Mínimo	Recomendado	Máximo
Sala de estar	Geral		150	200
	Leitura, escrita, bordado, etc.	300	500	750
Cozinhas	Geral	100	150	200
	Fogão, pia, mesa	200	300	500
Quartos de dormir	Geral	100	150	200
	Espelho, penteadeira, cama	200	300	500
Hall, escadas, despensas, garagens	Geral	75	100	150
	Local	200	300	500
Banheiros	Geral	100	150	200
	Espelhos	200	300	500

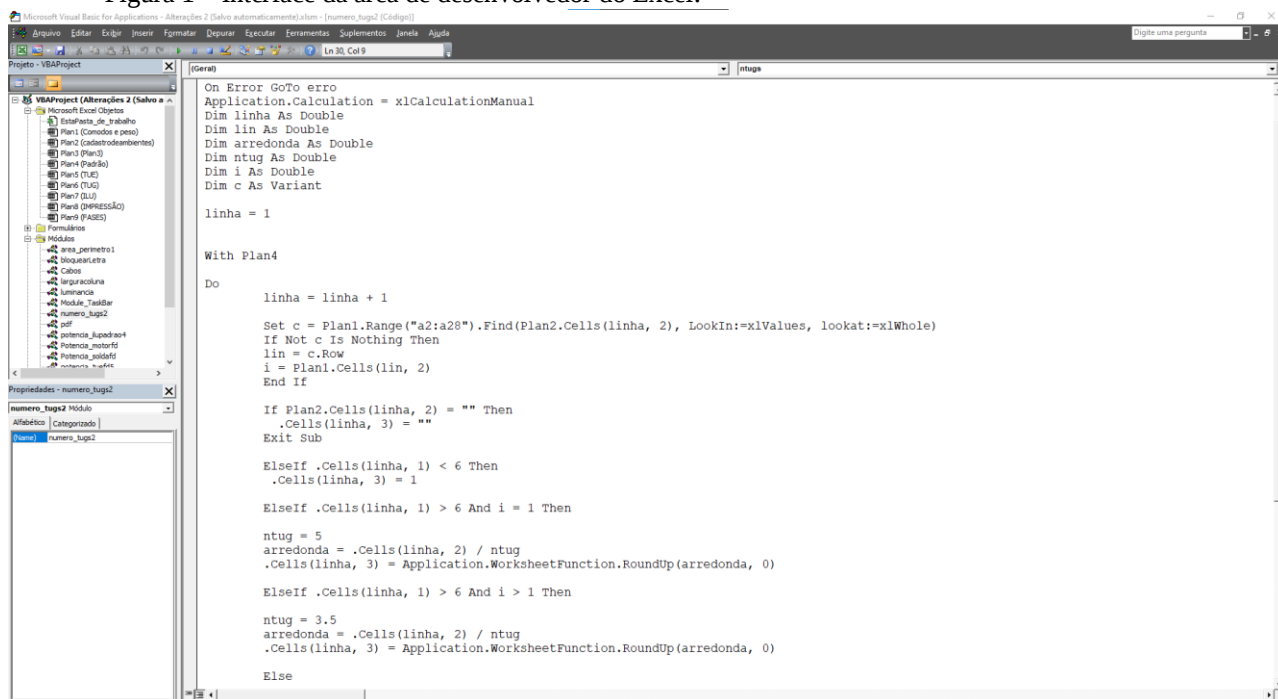
Fonte: NBR 5413, 1992.

Baseando-se nos estudos normativos realizados, optou-se por desenvolver um software de dimensionamento elétrico residencial em VBA por sua fácil compatibilização com qualquer configuração de desktop e laptop, sendo necessário haver o pacote Office com permissão de uso de macros do Microsoft Excel “habilitada”, o mesmo também foi desenvolvido na versão de 2010 para melhor abrangência. Faz-se necessário que o usuário insira a quantidade suficiente de informações para que os cálculos passem a ser executados em apenas alguns cliques, sendo elas o tipo de cômodo desejado (escolhido entre os

disponibilizados pelo programa), área e perímetro, além do tipo de equipamento e quantidade. As informações inseridas são alocadas em células de colunas e planilhas específicas para facilitar a organização e a confecção das lógicas, tendo definido os devidos lugares das informações primárias, definiu-se os intervalos de buscas para cada tipo de verificação e novamente os locais onde os resultados serão guardados, seguindo assim até chegue à conclusão de todos os cálculos. Após a realização de todas as tarefas, todos os dados relevantes para o usuário serão compilados em um único lugar, uma vez que o mesmo não terá acesso a essas informações de outra forma.

Para exemplificação da confecção do referente, encontra-se abaixo algumas imagens demonstrativas da interface e de algumas lógicas de programação utilizadas para efeito de cálculo:

Figura 1 – Interface da área de desenvolvedor do Excel.



Fonte: (Próprio autor, 2022).

Figura 2 – Lógica de programação

```
With Plan1
Do
    linha = linha + 1

    Set c = Plan1.Range("a2:a28").Find(Plan2.Cells(linha, 2), LookIn:=xlValues, lookat:=xlWhole)
    If Not c Is Nothing Then
        lin = c.Row
        i = Plan1.Cells(lin, 2)
        Exit Sub
    End If

    If Plan2.Cells(linha, 2) = "" Then
        .Cells(linha, 3) = ""
        Exit Sub
    End If

    ElseIf .Cells(linha, 1) < 6 Then
        .Cells(linha, 3) = 1
    End If

    ElseIf .Cells(linha, 1) > 6 And i = 1 Then

        ntug = 5
        arredonda = .Cells(linha, 2) / ntug
        .Cells(linha, 3) = Application.WorksheetFunction.RoundUp(arredonda, 0)

    ElseIf .Cells(linha, 1) > 6 And i > 1 Then

        ntug = 3.5
        arredonda = .Cells(linha, 2) / ntug
        .Cells(linha, 3) = Application.WorksheetFunction.RoundUp(arredonda, 0)

    Else

        ntug = 5
        arredonda = .Cells(linha, 2) / ntug
        .Cells(linha, 3) = Application.WorksheetFunction.RoundUp(arredonda, 0)
    End If

Loop Until Plan2.Cells(linha + 1, 2) = Empty

End With
Application.Calculation = xlCalculationAutomatic
```

Fonte: (Próprio autor, 2022).

As figuras acima ilustram toda a fundamentação e programação para o cálculo do número de tomadas. A mesma seleciona a célula onde o resultado será adicionado e busca a coluna de cômodos cadastrados pelo usuário, seleciona a primeira linha e tenta encontrar a informação da respectiva célula no banco de dados, caso consiga encontrar a localização da célula do banco, a localização é armazenada na variável “c”, isso ocorre devido à necessidade de encontrar o peso atribuído ao cômodo que se encontra na mesma linha, porém em outra coluna. Tendo encontrado a linha o algoritmo busca a mesma linha na coluna dos pesos e então seleciona a célula para fazer as comparações e o resultado final é adicionado na coluna de resultados, após finalizar esse processo o algoritmo pula para a próxima linha e repete tudo até que não haja informações na coluna de cômodos cadastrados.

CONCLUSÃO

Realizado o estudo e tendo confeccionado o software, constatou-se que a demanda de serviço para a realização dos cálculos e análises caíram para apenas a simples tarefa de alimentar as informações no software. O tempo para a finalização de todo o processo depende apenas da velocidade do usuário alimentar as informações já que todos os cálculos quantitativos e dimensionamentos ficam ao encargo do software, sendo realizados em frações de segundos os cálculos de número de tomadas, potência de tomadas de uso geral, potência de tomadas de uso específico, potência de motores e soldas, carga instalada, carga de demanda, disjuntor do ramal de entrada, disjuntores do QDC e cabos. Portanto, o software criado torna todo o dimensionamento mais rápido e eficiente, poupando assim o tempo e esforços do usuário para que possam ser mais bem aproveitados em outras coisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRACOPEL. Anuário estatístico de acidentes de origem elétrica 2021 – ano base 2020. São Paulo, 2021. 88 p.

ABRACOPEL. Procobre – Instituto Brasileiro do Cobre: Raio X das instalações elétricas brasileiras. São Paulo, 2017. 30 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/CIE 8995-1:** Iluminação de Ambientes de Trabalho Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013. 54 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 60898:** Disjuntores para proteção de sobrecorrentes para instalações domésticas e similares (IEC 60898:1995, MOD). Rio de Janeiro, 2004. 116 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410:** Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2008. 217 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413:** Iluminância de Interiores, 1992. 13 p.

NEOENERGIA. **DIS-NOR-030 – RV.2:** Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária de distribuição a edificações individuais. 2022. 114 p.