



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

JOÃO MARCOS LEAL ROCHA

**ANÁLISE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE UMA CASA DE FARINHA EM
SANTANA DO PIAUÍ E ADEQUAÇÃO À NBR 5410:2004**

**CAMPINA GRANDE
2021**

JOÃO MARCOS LEAL ROCHA

**ANÁLISE DAS INTALAÇÕES ELÉTRICAS DE UMA CASA DE FARINHA EM
SANTANA DO PIAUÍ E ADEQUAÇÃO À NBR 5410:2004**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande,
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Bezerra Vilar

**CAMPINA GRANDE
2021**

JOÃO MARCOS LEAL ROCHA

**ANÁLISE DAS INTALAÇÕES ELÉTRICAS DE UMA CASA DE FARINHA EM
SANTANA DO PIAUÍ E ADEQUAÇÃO À NBR 5410:2004**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Coordenação de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande,
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Elétrica.

Aprovado em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pablo Bezerra Vilar
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Prof. Dr. Ronimack Trajano de Souza
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por ter me dado forças, oportunidades e bênçãos ao longo de toda a minha vida.

À minha mãe, Teresa, que sempre cuidou de mim com um amor imensurável.

Ao meu pai, Vicente, que sempre foi meu maior incentivador e é a minha maior referência de caráter e coragem diante das dificuldades.

Aos meus irmãos, Suzani e Douglas, que juntamente com meus pais, compartilharam comigo todas as experiências da minha vida, nas dificuldades e nas vitórias e que hoje são exemplos para mim.

À toda minha família, meus avós, tios e primos que sempre me ajudaram de todas as maneiras possíveis. Agradeço sobretudo ao grande amor que sempre me deram e me dão.

À minha noiva, Karina, que foi sem dúvidas, a minha maior companheira ao longo dessa jornada.

Por fim, agradeço a todos os meus amigos pelos conselhos, ensinamentos e pelos momentos de descontração, sem vocês eu não conseguiria. Agradeço em especial a Luan e a Vitória, que são dois irmãos que a vida me deu, obrigado por tudo.

RESUMO

As instalações elétricas nada mais são do que a infraestrutura responsável por permitir que os equipamentos elétricos recebam energia elétrica das concessionárias ou de outras fontes de energia. Para que os equipamentos elétricos funcionem adequadamente é necessário que as instalações elétricas estejam dimensionadas corretamente, do contrário, o funcionamento desses equipamentos estará comprometido e não só isso, toda a instalação elétrica em si poderá representar um risco à vida das pessoas. Para que as instalações elétricas de baixa tensão sejam dimensionadas (e possam ser executadas) adequadamente a Norma Brasileira Regulamentadora 5410 de 2004 (NBR 5410:2004) estabelece os requisitos que estas instalações devem atender. Entretanto, a maioria das instalações elétricas de baixa tensão do Brasil não obedece ao que estabelece a NBR 5410:2004. Nesse sentido, o presente trabalho analisou o estado das instalações elétricas de uma casa de farinha em Santana do Piauí/PI, verificando os principais pontos de não conformidades com a NBR 5410:2004. Além disso, foi elaborado um projeto elétrico como proposta de adequação para as não conformidades encontradas e o orçamento dos materiais necessários à adequação. A análise das instalações elétricas em estudo foi feita a partir de um levantamento de informações “*in loco*”. Verificou-se que a instalação elétrica apresenta diversos pontos de não conformidades com a NBR 5410:2004, tais como: ausência de medidas de proteção contra choques elétricos, ausência de dispositivos de proteção contra surtos elétricos, incorreta divisão dos circuitos terminais, etc. Os resultados obtidos evidenciam que a instalação elétrica em questão necessita de inúmeras correções. Evidenciam também que os projetos elaborados seguindo os requisitos estabelecidos pelas normas, evitam inúmeros transtornos aos donos das edificações.

Palavras-chave: Instalações elétricas. NBR 5410:2004. Não conformidades.

ABSTRACT

Electrical installations are nothing more than the infrastructure responsible for allowing electrical equipment to receive electrical energy from utilities or other sources of energy so that they can perform the functions for which they were designed. For the electrical equipment to function properly, it is necessary that the electrical installations are correctly sized, otherwise, the operation of this equipment will be compromised and not only that, the entire electrical installation itself may represent a risk to people's lives. In order for low voltage electrical installations to be dimensioned and properly executed, the Brazilian Regulatory Standard 5410 of 2004 (NBR 5410: 2004) establishes the requirements that these installations must meet. However, the majority of low voltage electrical installations in Brazil do not comply with NBR 5410: 2004. In this sense, the present work analyzed the state of the electrical installations of a flour mill in Santana do Piauí/PI, verifying the main points of non-conformities with NBR 5410: 2004. In addition, an electrical project was prepared as a proposal to adapt to the non-conformities found and their respective budget. The analysis of the electrical installations under study was made based on a survey of information "in loco". It was found that the electrical installation presents several points of non-conformities such as NBR 5410: 2004, such as: the correct dimensioning of the protection devices, the division of the circuits and the section of the conductors. The results obtained show that the electrical installation in question needs numerous corrections. They also show that the project prepared by a qualified professional avoids numerous inconveniences to the building owners.

Palavras-chave: Electrical installations. NBR 5410:2004. Non-conformities.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Projeto elétrico. (a) Planta; (b) Legenda.	18
Figura 2 - Mapa brasileiro de curvas isocerâmicas.	29
Figura 3 - Planta baixa da casa de farinha.	31
Figura 4 - Esquemático da instalação elétrica da casa de farinha atualmente.	33
Figura 5 - Diagrama unifilar da casa de farinha atualmente.	34
Figura 6 - (a) Disjuntor do circuito 1; (b) Disjuntor do circuito 2.	35
Figura 7 - Planta de situação.	36
Figura 8 - Esquema de aterramento TN - C -S.	46
Figura 9 - Instalação do DPS para o esquema de aterramento TN - C -S.	46
Figura 10 - Dispositivo de proteção contra surtos - DPS.	47
Figura 11 - Diagrama unifilar com as adequações.	48
Figura 12 - Esquema de ligação para partida direta dos motores da casa de farinha.	49
Figura 13 - Caixa hermética de PVC.	50
Figura 14 - Botoeira liga/desliga para a bomba d'água.	50
Figura 15 - Lista de materiais/orçamento.	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipos de equipamentos eletrodomésticos/eletroeletrônicos causadores de acidentes por choque elétrico em moradias.	17
Tabela 2 - Temperaturas características dos condutores.	23
Tabela 3 - Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30°C para linhas não-subterrâneas e de 20°C (temperatura do solo) para linhas subterrâneas.	24
Tabela 4 - Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única.	25
Tabela 5 – Coeficiente δ	29
Tabela 6 - Corrente nominal de descarga de acordo com o nível de exposição.	30
Tabela 7 - Quadro de cargas da instalação elétrica atualmente.	34
Tabela 8 - Quantidade de TUGs em cada ambiente da Casa de Farinha.	37
Tabela 9 - Número e potência das TUGs.	39
Tabela 10 - Potência de iluminação.	40
Tabela 11 - Corrente de projeto dos circuitos.	41
Tabela 12 - Seção dos condutores de acordo com a capacidade de condução, queda de tensão e seção mínima.	42
Tabela 13 - Condutores e disjuntor para cada circuito.	42
Tabela 14 - Demanda.	43
Tabela 15 - Fatores de demanda para iluminação e tomadas de uso geral em unidades residenciais e acomodações de hotéis, motéis e similares.	Erro! Indicador não definido.
Tabela 16 - Fatores de utilização.	44
Tabela 17 - Dimensionamento do padrão de entrada.	45
Tabela 18 - Orçamento.	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivos.....	10
<i>1.1.1</i>	<i>Objetivo geral.....</i>	<i>10</i>
<i>1.1.2</i>	<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>10</i>
1.2	Estrutura do trabalho	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
2.1	Acidentes em instalações elétricas.....	12
2.2	Projeto de instalações elétricas	17
<i>2.2.1</i>	<i>Normas Aplicáveis.....</i>	<i>20</i>
<i>2.2.2</i>	<i>NBR 5410:2004</i>	<i>21</i>
3	METODOLOGIA.....	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
4.1	Estado atual das instalações elétricas	33
4.2	Análise das não conformidades	36
<i>4.2.1</i>	<i>Quanto ao padrão de entrada</i>	<i>36</i>
<i>4.2.2</i>	<i>Quanto à divisão dos circuitos</i>	<i>36</i>
<i>4.2.3</i>	<i>Quanto ao número das Tomadas de Uso Geral – TUGs.....</i>	<i>37</i>
<i>4.2.4</i>	<i>Quanto aos dispositivos de proteção contra sobrecorrente e curto-circuito</i>	<i>37</i>
<i>4.2.5</i>	<i>Quanto à proteção contra choques elétricos e surtos.....</i>	<i>38</i>
4.3	Proposta de adequação.....	38
<i>4.3.1</i>	<i>Número de tomadas e previsão de carga</i>	<i>39</i>
<i>4.3.2</i>	<i>Corrente de projeto.....</i>	<i>40</i>
<i>4.3.3</i>	<i>Dimensionamento dos cabos elétricos.....</i>	<i>41</i>
<i>4.3.4</i>	<i>Dimensionamento dos dispositivos de proteção contra sobrecarga e curto-circuito</i>	<i>42</i>
<i>4.3.5</i>	<i>Padrão de entrada</i>	<i>43</i>
<i>4.3.6</i>	<i>Dimensionamento dos dispositivos de proteção contra surtos e contra choques elétricos ...</i>	<i>46</i>
<i>4.3.7</i>	<i>Diagrama unifilar da proposta de adequação.....</i>	<i>47</i>
<i>4.3.8</i>	<i>Proteção e partida dos motores.....</i>	<i>48</i>
<i>4.3.9</i>	<i>Orçamento</i>	<i>51</i>
5	CONCLUSÃO.....	53
	REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é uma forma de energia essencial ao funcionamento da sociedade nos dias de hoje. São várias as suas aplicações, mas para que possa ser utilizada é necessário que ela chegue aos pontos de utilização, onde serão conectados os equipamentos. A infraestrutura responsável por “transportar” a energia da rede elétrica da concessionária ou de uma outra fonte até os pontos de utilização é chamada de instalação elétrica.

As instalações elétricas, porém, não devem somente fazer a energia elétrica chegar aos pontos de utilização. Elas precisam ser seguras, de modo a proteger os equipamentos a elas conectados e, sobretudo, precisam ser seguras para as pessoas que utilizam esses equipamentos.

Todos os anos no Brasil, pessoas morrem devido a acidentes envolvendo eletricidade, principalmente por choques elétricos e por incêndios causados por sobrecarga das instalações elétricas. Só em 2020, 717 brasileiros perderam a vida em acidentes por choque elétrico e em incêndios por sobrecarga (ABRACOPEL, 2021). Muitos desses acidentes e, conseqüentemente, muitas dessas mortes, poderiam ser evitadas caso as instalações elétricas fossem dimensionadas e executadas adequadamente por profissionais habilitados.

O dimensionamento dos condutores, dispositivos de proteção contra curto-circuito e sobrecarga, dispositivos de proteção contra surtos elétricos e dispositivos de proteção contra choques elétricos, dentre outros, devem ser feitos por meio do projeto de instalações elétricas. O projeto por sua vez deve se basear nas normas que regulamentam a sua categoria específica. A norma brasileira que regulamenta as instalações elétricas de baixa tensão (tensão igual ou inferior a 1000V em corrente alternada e 1500V em corrente contínua) é a NBR 5410:2004.

O projeto, portanto, é uma parte essencial de uma obra de instalações elétricas, porém muitas pessoas, seja por falta de conhecimento, negligência ou baixo poder aquisitivo, acabam por executar obras sem o projeto e em muitos casos, a execução é feita por profissionais sem a qualificação necessária.

Considerando os riscos envolvendo o uso da eletricidade e a importância do correto dimensionamento e execução das instalações elétricas, o presente trabalho tem como objetivo verificar a situação das instalações elétricas de uma Casa de Farinha na cidade de Santana do Piauí-PI, analisando se a instalação obedece à NBR-5410:2004. Caso sejam encontradas não conformidades, será elaborado um projeto elétrico como proposta de adequação da instalação elétrica da Casa de Farinha à NBR-5410:2004, bem como será feita uma lista de materiais com respectivo orçamento.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar tecnicamente a instalação elétrica de uma casa de farinha no município de Santana do Piauí, incluindo os elementos que compõem a instalação, quantidade, potência e localização de pontos de alimentação, e elaborar um projeto elétrico completo, adequando todas as não conformidades encontradas com a NBR 5410:2004.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar todos os circuitos da instalação elétrica e todas as características dos seus componentes: seção dos cabos, corrente nominal dos disjuntores, curva dos disjuntores, potências das cargas, dentre outros;
- Identificar todas as não conformidades com a NBR 5410:2004 da instalação elétrica em estudo;
- Elaborar o quadro de cargas e um diagrama unifilar, inclusive prevendo aumentos de carga, estimando a demanda total da instalação elétrica;
- Dimensionar os dispositivos de proteção contra sobrecorrentes, curto-circuitos, sobretensões e contra choques elétricos, tornando a instalação mais segura, conforme os critérios estabelecidos pela NBR 5410:2004;
- Elaborar uma lista dos materiais necessários para a adequação com respectivo orçamento.

1.2 Estrutura do trabalho

O presente trabalho é composto por 5 capítulos: Introdução, Fundamentação Teórica, Metodologia, Resultados e Discussões e Conclusão.

No primeiro, é apresentada a contextualização acerca da importância de se executar as instalações elétrica mediante projeto, respeitando os requisitos especificados pelas normas regulamentadoras, bem como os objetivos e a divisão do trabalho. No segundo, são apresentados números referentes a acidentes envolvendo eletricidade em 2020 para que se tenha uma noção real do perigo de instalações elétricas em não conformidades com as normas, além disso, são apresentados os principais tópicos acerca de instalações elétricas.

No capítulo 3 é apresentada a metodologia adotada na elaboração do trabalho. No quarto capítulo são apresentados os diagramas unifilares antes e depois do projeto de adequação, tabelas referentes ao orçamento do material caso o projeto venha a ser executado e demais

resultados, neste capítulo também são discutidos os aspectos mais relevantes sobre os resultados. Por fim, no capítulo 5, são apresentadas as conclusões e considerações finais do trabalho.

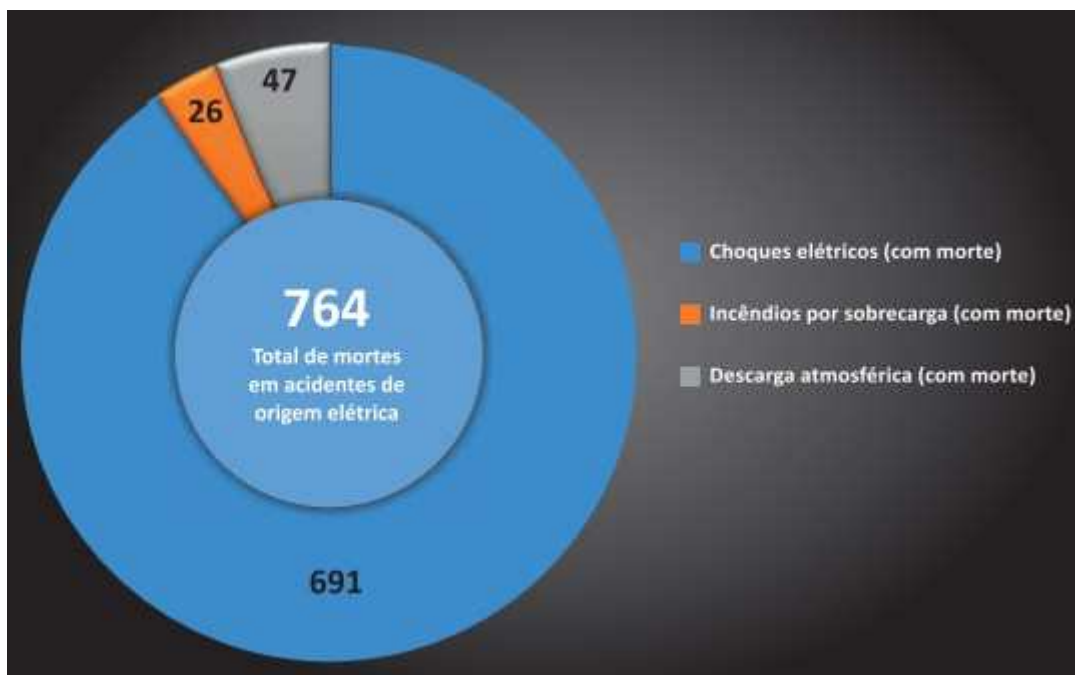
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Acidentes em instalações elétricas

As instalações elétricas, quando não projetadas e executadas adequadamente podem representar um grande risco à vida das pessoas. Como forma de mensurar o número de acidentes, suas causas e o número de mortes, a Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade – ABRACOPEL, elabora a cada ano um anuário estatístico sobre os acidentes de origem elétrica.

De acordo com o anuário estatístico de 2021 da ABRACOPEL, cujo ano base é 2020, foram registrados 1502 acidentes envolvendo eletricidade, com um total de 764 de vítimas fatais. Os acidentes registrados foram por meio de choques elétricos, incêndios por sobrecarga e descargas atmosféricas (ABRACOPEL, 2021). O Gráfico 1 apresenta o panorama geral sobre as mortes envolvendo acidentes com eletricidade em 2020.

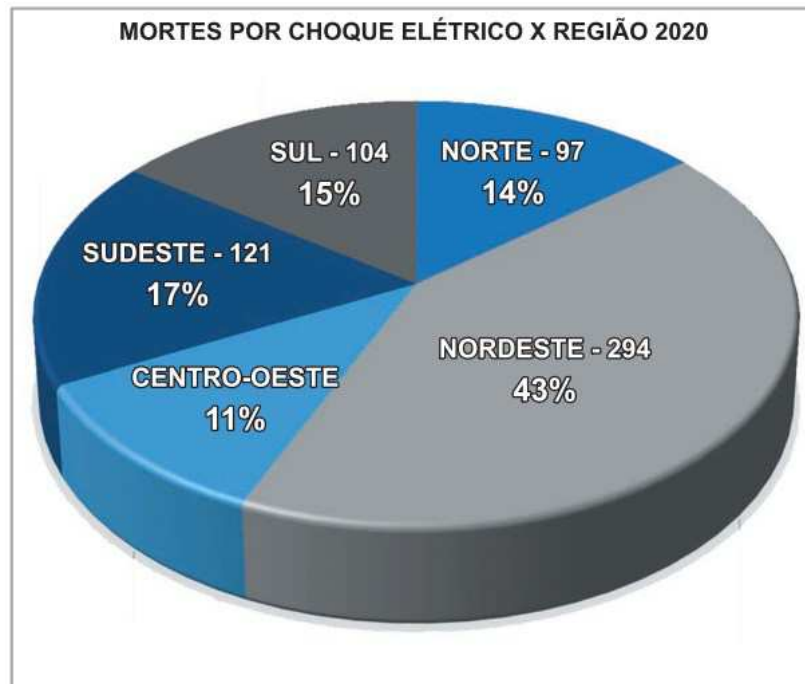
Gráfico 1 - Mortes por tipo de acidente de origem elétrica em 2020.



Fonte: ABRACOPEL (2021).

Embora a região sudeste seja a região com maior população e possua o maior polo industrial do Brasil, foi na região nordeste onde o maior número de mortes foi registrado, conforme apresentado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Mortes por choque elétrico por região do Brasil.

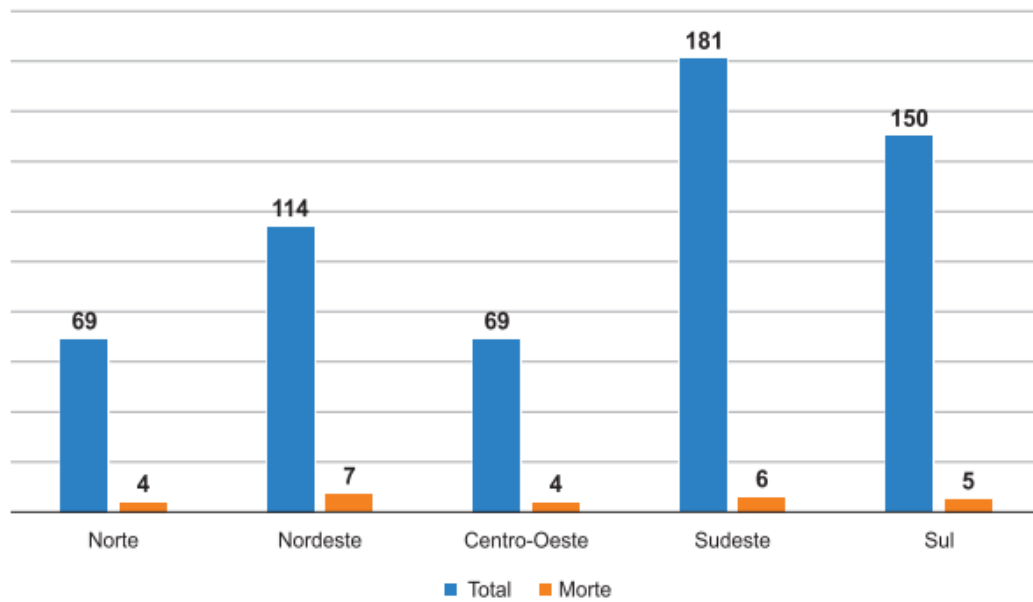


Fonte: ABRACOPEL (2021).

De acordo com o ABRACOPEL (2021), embora não haja um fato específico que explique o porquê de a região nordeste apresentar 43% (294 mortes) das mortes por choque elétrico, a explicação pode estar relacionada com a cultura do nordestino de “fazer”, ele mesmo.

O Gráfico 3 apresenta o total de incêndios e de mortes por sobrecarga por região. Nesse caso, a região que apresenta o maior número de casos é a região sudeste. As sobrecargas ocorrem quando a corrente requerida de um circuito é maior do que a corrente de projeto daquele circuito. Assim, os principais fatores que podem levar a uma sobrecarga é a falta de dimensionamento dos circuitos, uso de elementos de má qualidade, utilização indiscriminada de equipamentos elétricos no mesmo circuito e em muitos casos, a manutenção feita por profissionais que não possuem a qualificação necessária (ABRACOPEL, 2021).

Gráfico 3 - Incêndios por sobrecarga e mortes por região em 2020.

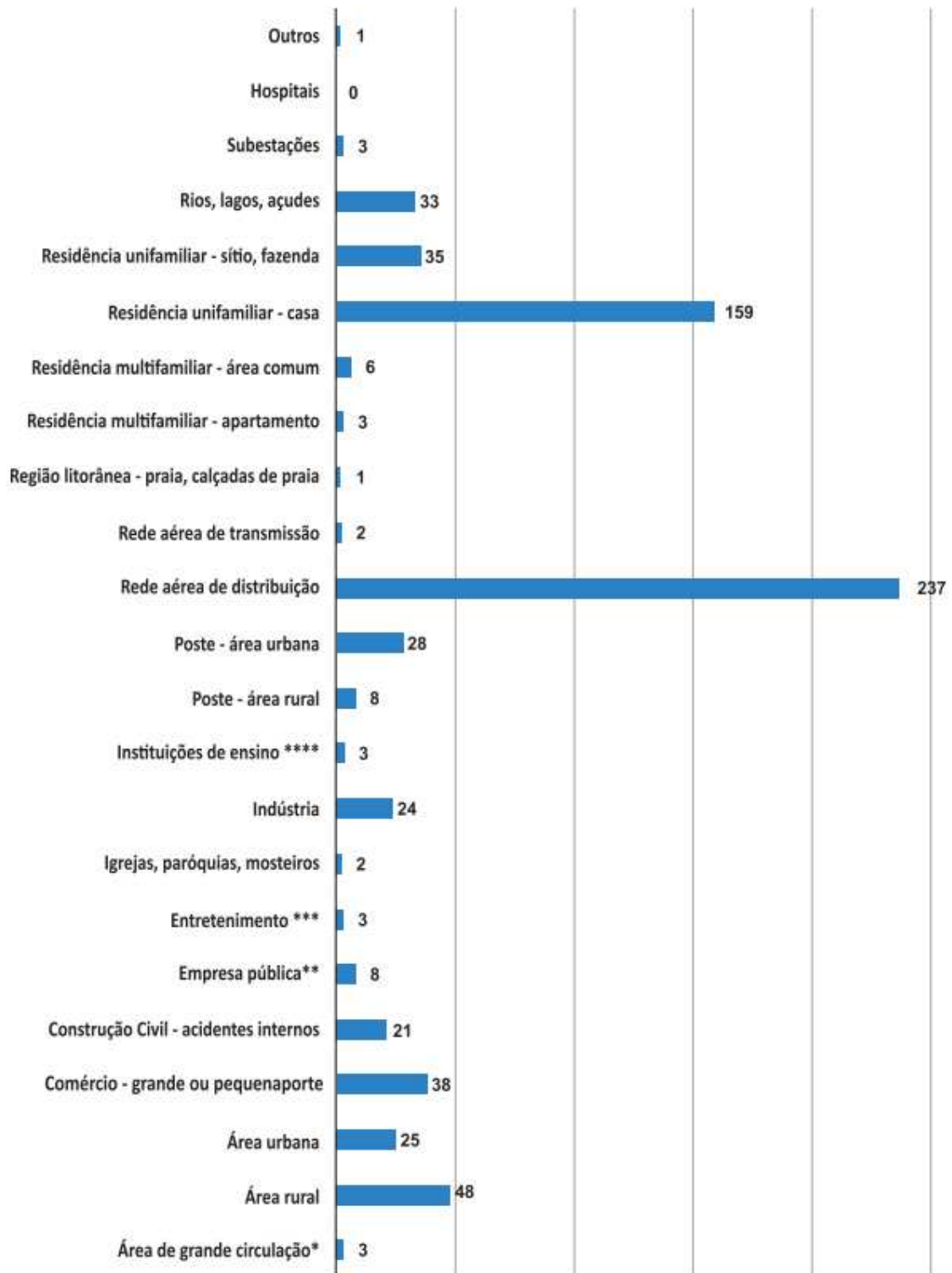


Fonte: ABRACOPEL (2021).

No Gráfico 4 são apresentados o número de mortes por tipo de edificação causadas por choque elétrico em 2020. O maior número de mortes se dá por meio de acidentes em rede aérea de distribuição, 237 mortes. De acordo com o ABRACOPEL (2021), a maioria dos acidentes em redes aéreas de distribuição acontece por pessoas ou profissionais que não são sequer profissionais da eletricidade. Esses acidentes se dão geralmente por meio do manuseio de peças metálicas próximas à rede de distribuição.

Já se tratando de acidentes em residências, houveram 203 mortes. Esse número é um número elevado, considerando que as instalações elétricas residenciais são em tese, um dos tipos de instalações mais seguras. A maior parte dessas mortes poderia ser evitada apenas com o uso do Dispositivo Diferencial Residual – DR, que embora seja um dispositivo de uso obrigatório em instalações elétricas de baixa tensão, seu uso não é tão comum quanto deveria ser (ABRACOPEL, 2021).

Gráfico 4 - Mortes por choque elétrico por tipo de edificação ou logradouro em 2020.

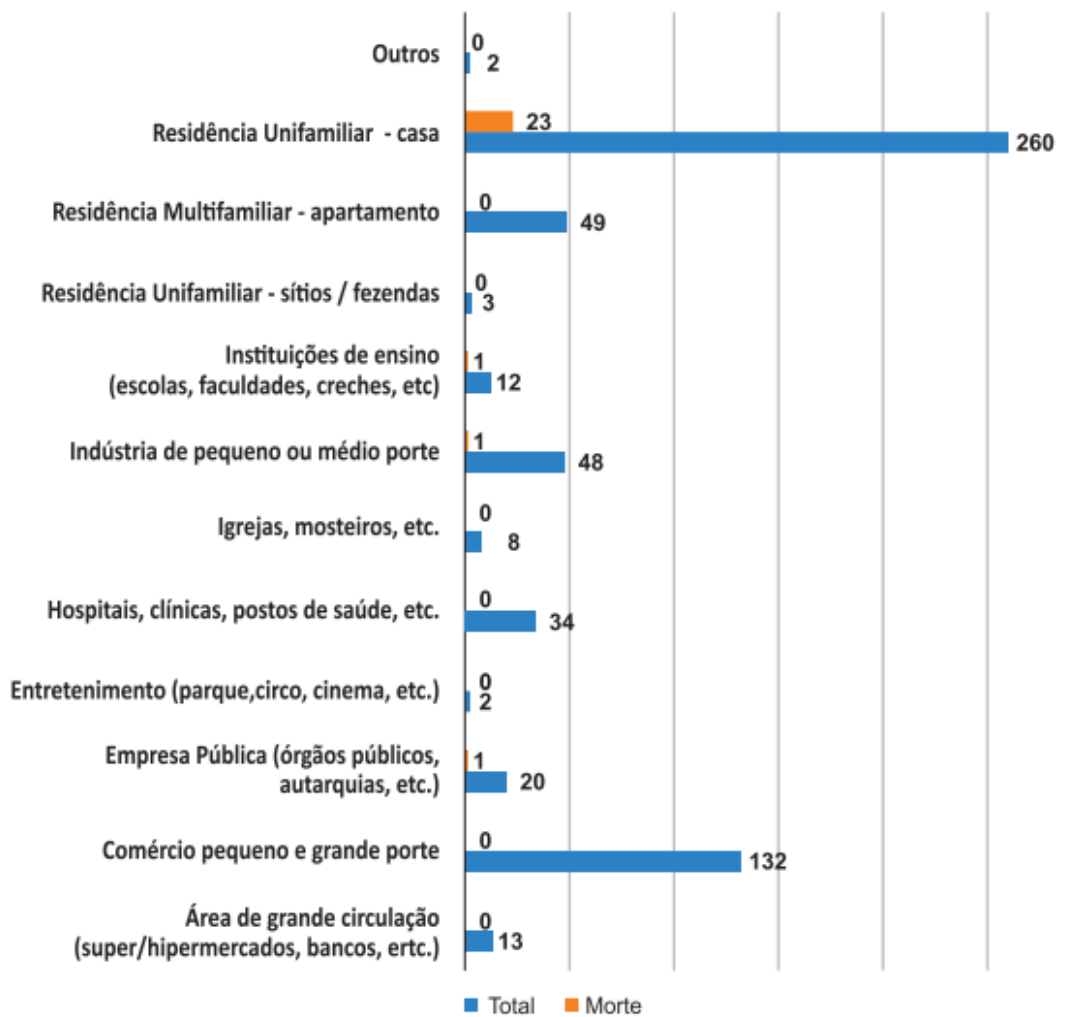


Fonte: ABRACOPEL (2021).

O número de incêndios por sobrecarga também é mais expressivo no ambiente residencial, como pode ser visto no Gráfico 5. A explicação para esses números talvez seja que, por se tratar de uma carga mais baixa do que outras edificações, a maioria das instalações

elétricas residenciais e de comércios de pequeno porte são executadas sem projeto, muitas vezes há apenas um circuito para toda a instalação e frequentemente a carga é aumentada significativamente sem o redimensionamento dos condutores e dispositivos de proteção. Muitas vezes são inseridos equipamentos como ar-condicionado, chuveiro elétrico, *freezers*, forno elétrico, dentre outros.

Gráfico 5 - Incêndios por sobrecarga por localidade em 2020.



Fonte: ABRACOPEL (2021).

O anuário do ABRACOPEL traz ainda o número de acidentes e mortes envolvendo equipamentos eletrodomésticos em moradias, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Tipos de equipamentos eletrodomésticos/eletroeletrônicos causadores de acidentes por choque elétrico em moradias.

Tipo de equipamento	Total	Fatal
Micro-ondas / Forno	2	2
Ventilador / Ar-condicionado	8	5
Máquina de lavar / Tanquinho	19	19
Geladeira / Freezer / Frigobar	7	7
Chapinha / Secador de cabelo	3	3
Carregador de celular	21	18
Outros	10	9

Fonte: ABRACOPEL (2021).

Verifica-se por meio da Tabela 1 que o maior número de mortes está relacionado a acidentes com máquina de lavar/tanquinho, 19 mortes. A explicação para esse número elevado pode estar no fato de esses equipamentos operarem em contato com a água, que ao entrar em contato com partes sem isolamento dos cabos se torna condutor de eletricidade. É possível observar também que o carregador de celular está envolvido no maior número de acidentes e segundo maior número de mortes. Caso as instalações elétricas onde ocorreram esses acidentes fossem munidas de proteção diferencial-residual, DDR ou IDR, e esses dispositivos estivessem em perfeito funcionamento e instalados adequadamente, 100% dessas mortes poderiam ser evitadas.

Embora os números do ABRACOPEL sejam alarmantes, pode-se considerar que esses números estejam abaixo do número real de acidentes envolvendo eletricidade, isso porque apenas em um cenário ideal, todos os casos podem ser registrados.

2.2 Projeto de instalações elétricas

De acordo com Creder (2007, p. 58) o projeto de instalações elétricas é a “previsão escrita da instalação, com todos os seus detalhes, a localização dos pontos de utilização da energia elétrica, os comandos, o trajeto dos condutores, a divisão em circuitos, a seção dos condutores, os dispositivos de manobra, a carga de cada circuito, a carga total etc”. Desta forma, para que as instalações elétricas possam ser executadas de maneira adequada, inicialmente se faz necessário o projeto elétrico.

Segundo Creder (2007), os projetos são constituídos de quatro partes principais:

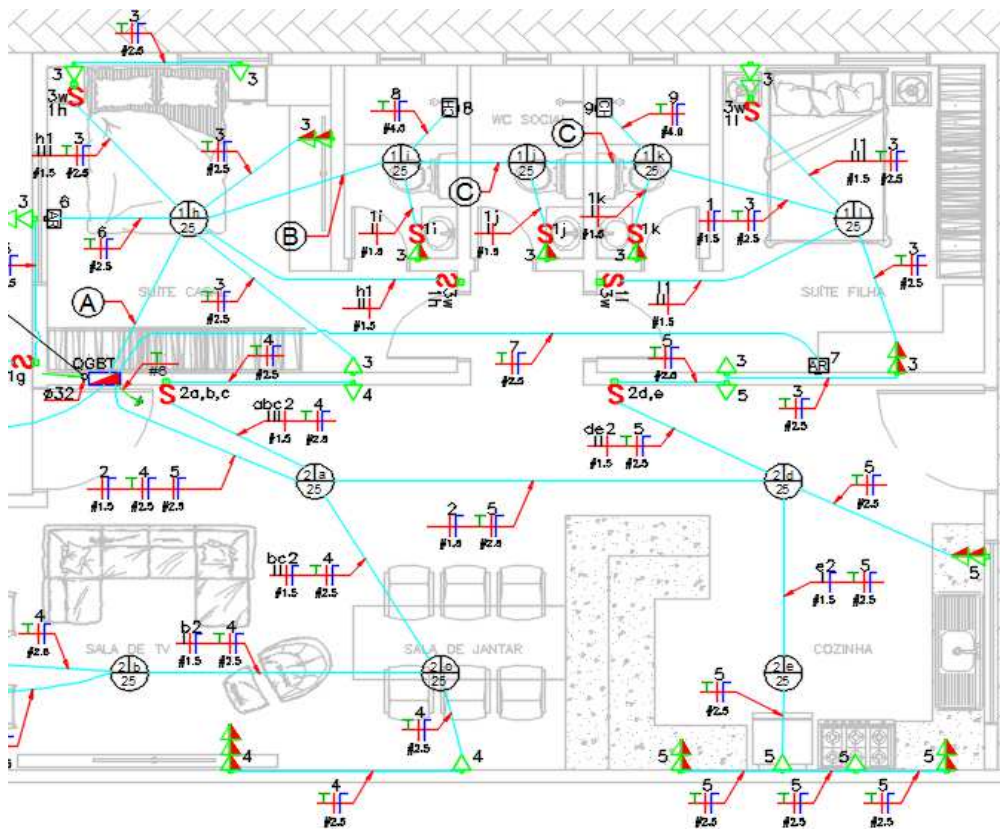
- a. Memorial descritivo, no qual o projetista descreve o porquê das suas escolhas;

- b. Conjunto de plantas, esquemas e detalhes, que devem conter todos os elementos necessários à execução do projeto;
- c. Especificações, onde são indicados os materiais a serem utilizados e as normas que certificam esses materiais;
- d. Orçamento, onde são levantados a quantidade e o custo do material e mão de obra.




















A Figura 1 ilustra um trecho de um projeto elétrico residencial e a sua respectiva legenda.

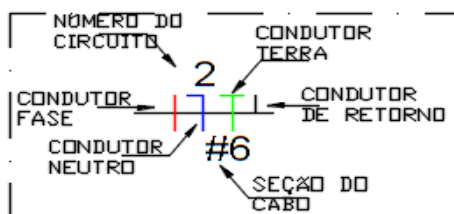
Figura 1 - Projeto elétrico. (a) Planta; (b) Legenda.

(a)



(b)

LEGENDA DE SÍMBOLOS	
	QUADRO DE MEDIÇÃO CONFORME PADRÃO DE ENTRADA T1 NDU001 ENERGISA
	QUADRO GERAL DE BAIXA TENSÃO 16 MÓDULOS DIN
	LUMINÁRIA COM CIRCUITO, COMANDO E POTÊNCIA INDICADOS.
	INTERRUPTOR SIMPLES.
	INTERRUPTOR DUAS TECLAS.
	INTERRUPTOR TRÊS TECLAS.
	INTERRUPTOR TREE-WAY.
	TOMADA BAIXA A 0.30 DO PISO.
	TOMADA MEDIA A 1.10 DO PISO.
	TOMADA ALTA A 2.30 DO PISO.
	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO EMBUTIDO EM LAJE DE TETO OU PAREDE
	CABO MULTIPLEXADO
	CONDUTORES: TERRA, FASE, NEUTRO E RETORNO.
	POSTE DE TUBO DE AÇO GALVANIZADO DE 5mXØ80mm
	CAIXA DE INSPEÇÃO COM HASTE DE ATERRAMENTO 16X2400MM
	HASTE DE ATERRAMENTO 16X2400MM
	PONTO PARA AR CONDICIONADO H=2.30 EM CAIXA 4X2"
	PONTO PARA CHUVEIRO ELÉTRICO H=2.30 EM CAIXA 4X2"
	INDICAÇÃO DE DESCIDA DE ELETRODUTO



Fonte: Autoria própria (2021).

2.2.1 Normas Aplicáveis

Para garantir condições adequadas, qualquer projeto e obra precisa seguir as diretrizes estabelecidas pelas normas técnicas. De acordo com Nery (2012), conforme mencionado por Araújo (2016, p. 22), as principais normas brasileiras para a elaboração de projetos e execução das instalações elétricas são as normas elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e as principais são:

- NBR 5410:2004 – Instalações elétricas em baixa tensão;
- NBR ISO/CIE 8995-1:2013 – Iluminação de ambientes de trabalho;
- NBR 14039/05 – Instalações Elétricas de média tensão de 1,0kV a 36,2 kV;
- NM 60989/04 – Disjuntores para proteção de sobre correntes para instalações domésticas e similares;
- NBR 61008-1/05 – Interruptores/ou disjuntores a correntes diferenciais e residuais sem Proteção Contra Sobrecorrentes – Regras gerais;
- NBR 61008-2-1/05 – Interruptores a corrente diferencial-residual para usos doméstico e análogos sem dispositivo de proteção contra sobrecorrentes (RCCB) – Parte 2-1 – Aplicabilidade das regras gerais aos RCCB funcionalmente independentes da tensão de alimentação;
- Resolução Normativa 414/10 – Condições gerais de fornecimento de energia elétrica – Agência Nacional de Energia Elétrica, ANEEL;
- NR 10 – Segurança em Instalações Elétricas e Serviços em Eletricidade – Ministério do Trabalho e emprego.

Além das normas supracitadas, deve-se seguir as normas técnicas das concessionárias. Essas normas técnicas norteiam e padronizam os projetos que serão executados na sua área de concessão. Como a Casa de Farinha se localiza na área de concessão da Equatorial Energia, deve-se utilizar a NT-001.

A NT-001 estabelece os procedimentos e regras para a elaboração e execução de projetos de instalações elétricas de unidades consumidoras individuais ou múltiplas atendidas com tensão nominal de 380/220V ou 220/127V (EQUATORIAL ENERGIA, 2019).

2.2.2 NBR 5410:2004

Os projetos elétricos cuja tensão nominal é igual ou inferior a 1000 V em corrente alternada e 1500 V em corrente contínua e frequência nominal inferior a 400 Hz, devem estar de acordo com a NBR 5410:2004. Essa norma aborda tópicos como a previsão de carga para os pontos de utilização, como tomadas e luminárias, métodos de instalação de linhas elétricas, capacidade de condução de corrente elétrica em condutores elétricos, esquemas de aterramento, dimensionamento dos dispositivos de proteção contra sobrecorrente e curto-circuito, dentre outros. Os principais serão abordados seguir.

2.2.2.1 Planejamento da Instalação

2.2.2.1.1 Divisão dos circuitos

Com relação à divisão dos circuitos de instalações elétricas de baixa tensão, a NBR5410:2004 prevê no item 4.2.5.5, que “os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam. Em particular, devem ser previstos circuitos terminais distintos para pontos de iluminação e para pontos de tomada”.

Além disso, o item 9.5.3.2 da NBR 5410:2004, estabelece que tomadas de cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos devem ser atendidos por circuitos terminais exclusivos.

Com relação ao número de pontos de tomadas, o item 9.5.2.2.1 da NBR 5410:2004 determina que

Deve-se considerar pelo menos um ponto de tomada para o banheiro; para a cozinha, deve ser considerado um ponto de tomada a cada 3,5m ou fração de perímetro, acrescentando-se ainda, no mínimo, duas tomadas (no mesmo ponto ou em pontos distintos) acima da bancada da pia; e para demais cômodos e dependências, devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5m, ou fração de perímetro, se a área do cômodo ou dependência for superior a 6m², devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível” (ABNT, 2004, p. 183).

Para os circuitos de iluminação, o item 9.5.2.1.1 especifica que em cada cômodo ou dependência deve ser previsto pelo menos um ponto de luz fixo no teto, comandado por interruptor.

2.2.2.1.2 Previsão de carga

Nos casos em que não se tiver posse de projeto luminotécnico, a NBR5410:2004 estabelece a potência que deve ser considerada para fins de dimensionamento dos circuitos que alimentarão os pontos de luz. De acordo com o item 9.5.2.1.2 da referida norma:

- a) Em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA;
- b) Em cômodo ou dependências com área superior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros (ABNT, 2004, p. 183).

A NBR5410:2004 também estabelece a potência mínima que devem possuir os pontos de tomada da instalação elétrica para fins de dimensionamento dos circuitos. O item 9.5.2.2.2 determina que:

- a) Em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente. Quando o total de tomadas no conjunto desses ambientes for superior a seis pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até dois pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente;
- b) Nos demais cômodos ou dependências, no mínimo 100 VA por ponto de tomada (ABNT, 2004, p. 184).

2.2.2.2 Dimensionamento de condutores

Dimensionar os condutores nada mais é do que determinar a seção transversal dos cabos que atendem cada circuito. Para o dimensionamento dos condutores deve-se levar em consideração inúmeros aspectos, tais como: revestimento; material do condutor; método de instalação das linhas elétricas; temperatura ambiente e agrupamento de circuitos; e comprimento dos cabos por trechos, dentre outros.

- Revestimento

A camada que reveste os cabos elétricos é constituída de material isolante, que tem como objetivo confinar as cargas elétricas no interior do cabo elétrico, impedindo dessa forma que alguma fração da corrente possa escoar para fora do cabo, causando problemas como curto-circuito ou ainda choque elétrico em pessoas ou animais (INDUSCABOS, 2020).

De acordo com Cotrim (2009), as isolações de cabos elétricos podem ser feitas com dois tipos de materiais, os materiais sólidos ou os materiais estratificados. Os materiais sólidos são os mais utilizados em cabos de baixa e média tensão e se dividem ainda em dois tipos, os termoplásticos (policloreto de vinila – PVC) e os termofixos (borracha etileno propileno – EPR e polietileno reticulado - XLPE). Além disso, em casos de incêndios ou sobrecargas, os materiais sólidos apresentam boa resistência à propagação de fogo.

A NBR 5410:2004, por meio da Tabela 35, apresenta as temperaturas limites para serviço contínuo, sobrecarga e curto-circuito dos materiais isolantes mencionados anteriormente. Essa tabela é apresentada a seguir como Tabela 2.

Tabela 2 - Temperaturas características dos condutores.

Tipo de isolamento	Temperatura máxima para serviço contínuo (condutor) °C	Temperatura limite de sobrecarga (condutor) °C	Temperatura limite de curto-circuito (condutor) °C
Policloreto de vinila (PVC) até 300 mm ²	70	100	160
Policloreto de vinila (PVC) maior que 300 mm ²	70	100	140
Borracha etileno-propileno (EPR)	90	130	250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	130	250

Fonte: ABNT (2004).

Por meio da Tabela 2, verifica-se que os cabos com cobertura em EPR ou XLPE apresentam melhor desempenho térmico se comparados aos cabos com isolamento em PVC. Todavia, os cabos com isolamento em PVC apresentam menor custo se comparados aos revestidos com EPR ou XLPE.

- Método de instalação de linhas elétricas

A capacidade de condução de corrente dos cabos depende do método de instalação. Os métodos indicados na NBR 5410:2004 são baseados na IEC 60364-5-52 e são eles:

- A1: condutores isolados em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante;
- A2: cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante;
- B1: condutores isolados em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira;
- B2: cabo multipolar em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira;
- C: cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede de madeira;
- D: cabo multipolar em eletroduto enterrado no solo;
- E: cabo multipolar ao ar livre;
- F: cabos unipolares justapostos (na horizontal, na vertical ou em trifólio) ao ar livre;
- G: cabos unipolares espaçados ao ar livre.

- Temperatura ambiente e agrupamento de circuitos

As tabelas de capacidade de condução de corrente encontradas na NBR 5410:2004 foram elaboradas considerando a temperatura de 30°C para linhas não subterrâneas e de 20°C para linhas subterrâneas. Desta forma, para outros valores de temperatura é necessário aplicar

fatores de correção à corrente elétrica de projeto. A Tabela 3 apresenta os fatores de correção de temperatura de acordo com a NBR 5410:2004.

Tabela 3 - Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30°C para linhas não-subterrâneas e de 20°C (temperatura do solo) para linhas subterrâneas.

Temperatura °C	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
Ambiente		
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	–	0,65
70	–	0,58
75	–	0,50
80	–	0,41
Do solo		
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

Fonte: ABNT (2004).

Além de considerar a temperatura ambiente como referência, as tabelas de capacidade de condução de corrente consideram apenas um circuito por trecho, com dois ou 3 condutores carregados por circuito. Quando mais de um circuito ocupam o mesmo eletroduto é necessário também aplicar um fator de correção, o fator de agrupamento. A Tabela 4 apresenta fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única.

Tabela 4 - Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única.

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares												Tabelas dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥20	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	36 a 39 (métodos A a F)
2	Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70				36 e 37 (método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				38 e 39 (métodos E e F)
5	Camada única sobre leito, suporte etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Fonte: ABNT (2004).

Determinados todos os fatores de correção, basta dividir a corrente de projeto pelo produto desses fatores, obtendo-se a corrente de projeto corrigida.

- Seção mínima

A NBR 5410:2004 estipula a seção mínima que os cabos devem possuir para cada tipo de circuito, conforme apresentado no Quadro 1. Mesmo que cabos com seções menores possuam a capacidade de condução de corrente adequada, deve-se seguir a seção mínima apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 - Seção mínima dos condutores por tipo de circuito.

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⁾	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu ³⁾
	Condutores nus	Circuitos de força	10Cu 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 ⁴⁾	
	Circuitos a extra baixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu	

¹⁾ Seções mínimas ditadas por razões mecânicas
²⁾ Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força.
³⁾ Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos é admitida uma seção mínima de 0,1 mm².
⁴⁾ Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de 0,1 mm².

Fonte: ABNT (2004).

- Queda de Tensão

A depender da corrente elétrica e do comprimento dos cabos, a queda de tensão pode prejudicar o funcionamento dos equipamentos e/ou da instalação elétrica. A NBR 5410 estabelece os limites máximos de queda de tensão:

- 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, no caso de transformador de propriedade da(s) unidade(s) consumidora(s);
- 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT da empresa distribuidora de eletricidade, quando o ponto de entrega for aí localizado;
- 5%, calculados a partir do ponto de entrega, nos demais casos de ponto de entrega com fornecimento em tensão secundária de distribuição;
- 7%, calculados a partir dos terminais de saída do gerador, no caso de grupo gerador próprio.

A norma estabelece ainda que em nenhum caso a queda de tensão nos circuitos terminais pode ser superior a 4%.

A queda de tensão é dada por (Creder, 2007):

$$\text{Queda de tensão}(\%) = \frac{\text{Tensão de entrada} - \text{Tensão na Carga}}{\text{Tensão de entrada}} \times 100$$

Para o cálculo da seção correspondente a uma determinada queda de tensão, utiliza-se a Equação (1.4) para um circuito monofásico e a Equação (1.5) para circuito trifásico.

$$S = 2\rho \frac{1}{e(\%)V^2} \times \sum_{i=1}^n p_i l_i \quad (0.1)$$

$$S = \sqrt{3}\rho \frac{1}{e(\%)V^2} \times \sum_{i=1}^n p_i l_i \quad (0.2)$$

Em que:

S: Seção do condutor em mm²;

ρ : Resistividade do condutor, para o cobre = 1/58 ohms \times mm²/m;

p_i : Potência elétrica do ponto de utilização, em watts (W);

l: Comprimento do cabo em metros;

V: Tensão elétrica de linha, em volts;

e(%): Queda de tensão.

De posse do valor da corrente de projeto corrigida, faz-se a análise da capacidade de condução de corrente, da seção mínima e da queda de tensão, devendo ser adotada no projeto, a maior seção determinada dentre os três métodos.

2.2.2.3 Dispositivos de proteção contra sobrecorrente e curto-circuito

De acordo com o item 9.5.4 da NBR 5410:2004, todo circuito terminal deve ser protegido contra sobrecorrentes por dispositivo que assegure o seccionamento simultâneo de todos os condutores de fase.

Também devem ser providos de dispositivos de proteção contra sobrecargas, todos os pontos nos quais haja uma redução na capacidade de condução de corrente dos condutores (item 5.3.4.2.1 da NBR 5410:2004).

Com relação a proteção de motores, os itens 6.5.1.4 e 6.5.1.5 da NBR 5410, destacam que esses equipamentos devem ser providos de proteção contra correntes de sobrecarga e de curto-circuito, por dispositivos com funções específicas, como relés térmicos e fusíveis, ou por dispositivo que possua as duas funções de proteção, como é o caso dos disjuntores motores.

2.2.2.4 Proteção contra choques elétricos

Os itens 5.1.2.2.3 e 5.1.2.2.4 da NBR 5410:2004, estabelecem dentre outros pontos, que:

- Com exceção as massas que não possam ser agarradas ou estabelecer contato significativo com parte do corpo humano, todas as massas de uma instalação devem estar ligadas a condutores de proteção;
- Todo circuito deve dispor de condutor de proteção, em toda sua extensão;
- Um dispositivo de proteção deve seccionar automaticamente a alimentação do circuito ou equipamento por ele protegido sempre que uma falta (entre parte viva e massa ou entre parte viva e condutor de proteção) no circuito ou equipamento der origem a uma tensão de contato superior ao valor pertinente da tensão de contato limite.

Além disso, de acordo com o item 5.1.3.2 da NBR 5410, deve-se utilizar, obrigatoriamente, dispositivos de proteção diferencial-residual com corrente diferencial residual igual ou inferior a 30mA em circuitos que atendam a pontos de tomadas localizados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias áreas de serviço, garagens e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens ou em circuitos que alimentem tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação.

2.2.2.5 Dispositivos de proteção contra surtos

A NBR 5410 também prevê a utilização do dispositivo de proteção contra surtos – DPS. De acordo com o item 6.3.5.2.4 da NBR5410, para o dimensionamento do DPS deve-se levar em consideração 4 grandezas:

- U_p : Nível de proteção. Determinado de acordo com a Tabela 31 da NBR 5410 e considerando a categoria II de suportabilidade a impulsos, para a tensão nominal de 220/380V, o nível de proteção U_p não deve ser superior a 2,5kV.
- U_c : Máxima tensão de operação contínua. Deve ser igual ou superior aos valores indicados na Tabela 49 da NBR 5410. Para o esquema de aterramento TN, U_c deve ser maior ou igual a 1,1 vezes a tensão entre fase e neutro (220V), ou seja, maior ou igual a 242V.
- I_n : Corrente nominal de descarga. Não deve ser inferior a 5kA (8/20 us). A corrente I_n está relacionada a descargas ocasionadas por sobretensões de origem atmosférica ou de manobra transmitidas pela rede da concessionária e que venham a adentrar na unidade consumidora.
- I_{imp} : Corrente de impulso. Não deve ser inferior a 12,5kA para o esquema de aterramento adotado. A corrente I_{imp} se está relacionada a sobretensões provocadas por descargas atmosféricas diretas sobre a edificação ou suas proximidades.

Em geral, os fabricantes classificam os DPS em classes. A Siemens, uma das principais fabricantes, possui DPS classificados em: classe I, classe II, classe I+II, classe I/II e classe III. Os DPS responsáveis pela proteção contra descargas indiretas e indicados para instalação em quadros de distribuição são os DPS classe II. Sendo assim, para esse tipo de DPS deve-se considerar a corrente nominal, I_n e não a corrente I_{imp} .

Embora a NBR 5410 estabeleça o valor mínimo para I_n , os fabricantes possuem métodos para a determinação de um valor mais apropriado para essa grandeza. A Siemens possui um método prático para a determinação da corrente I_n , a qual depende do nível de exposição a sobretensões de origem transitórias – F.

O F é dado pela seguinte expressão:

$$F = Td(1,6 + 2LBT + \delta) \quad (3)$$

Em que:

- Td é o nível ceuránico local;
- LBT é o comprimento da linha aérea que alimenta a instalação (para valores $\geq 0,5$ km considerar $LBT = 0,5$);
- δ corresponde ao coeficiente que indica a situação da linha aérea e da edificação indicado na Tabela 5Tabela 5 – Coeficiente δ ..

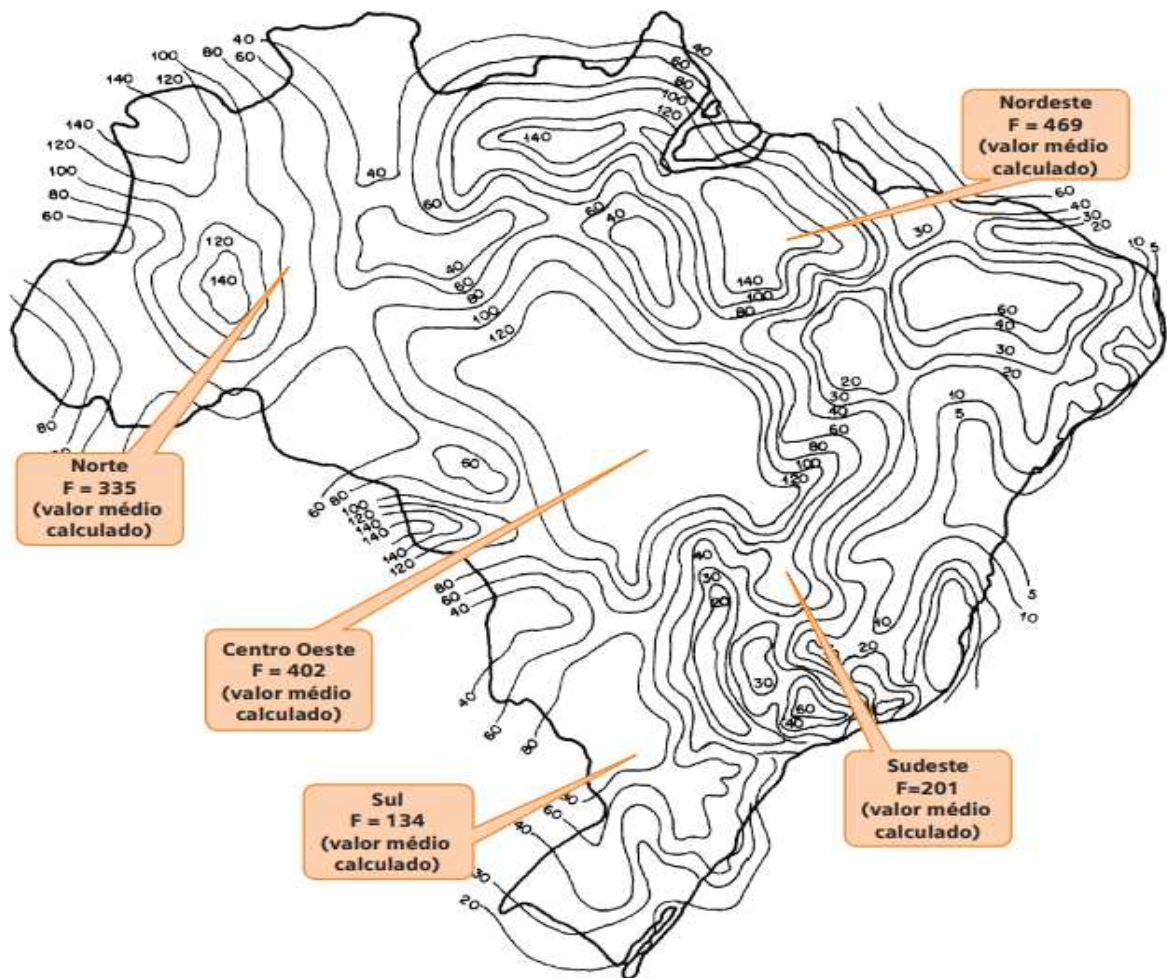
Tabela 5 – Coeficiente δ .

Completamente envolvida por estruturas	Algumas estruturas próximas ou situação desconhecida	Terreno plano ou descampado	Sobre morro, presença de água superficial, área montanhosa
0	0,5	0,75	1

Fonte: Siemens (2017).

A determinação do Td pode ser feita analisando o mapa de curvas isocerânicas, Figura 2. Uma vez calculado F, determina-se In por meio da Tabela 6. Vale destacar que a Tabela 6 apresenta valores mínimos, portanto, o projetista ou proprietário pode optar por utilizar DPS com corrente nominal de descarga superior aos valores determinados nessa tabela.

Figura 2 - Mapa brasileiro de curvas isocerânicas.



Fonte: Siemens (2017).

Tabela 6 - Corrente nominal de descarga de acordo com o nível de exposição.

Nível de exposição F	In(kA)
$F \leq 40$	5
$40 < F \leq 80$	10
$F > 80$	20

Fonte: Siemens (2021).

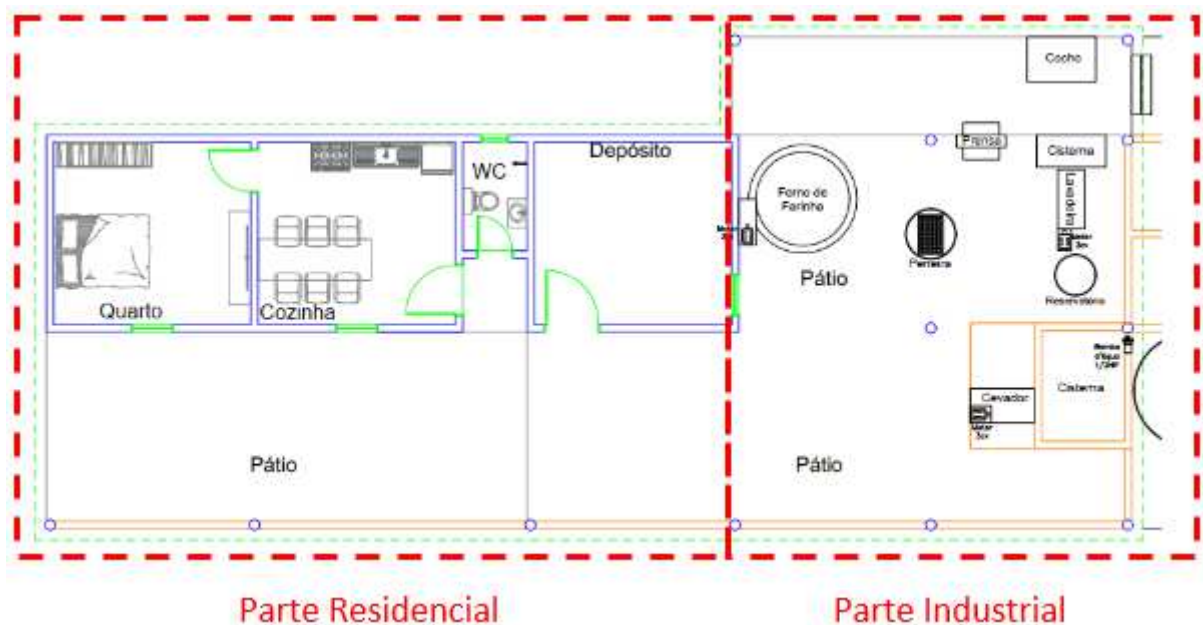
A NBR 5410:2004 ainda prevê a utilização de dispositivos de proteção contra sobrecorrentes à montante do DPS, isso porque esse dispositivo pode entrar em curto-circuito em caso de falha. Desta forma, o dispositivo de proteção atua, garantindo a continuidade do fornecimento de energia elétrica à instalação elétrica até que a troca do DPS seja executada. Vale ressaltar que a seção mínima indicada pela norma para os cabos de conexão do DPS, para o esquema de aterramento TN-C-S, é de 4mm².

3 METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica a materiais relacionados a instalações elétricas tais como, livros, normas, monografias, dentre outros. Após a seleção das referências bibliográficas, elaborou-se o referencial teórico deste trabalho.

A segunda etapa consistiu em um levantamento de informações acerca do atual estado da instalação elétrica em estudo, tais como: padrão de entrada, divisão dos circuitos, seção dos cabos, disjuntores e cargas. Além disso, foram feitas todas as medições das dimensões da edificação para a elaboração da planta baixa. De posse de todas as informações, foram elaborados a planta baixa, o quadro de cargas e o diagrama unifilar da instalação elétrica. A planta baixa é apresentada na Figura 3. O quadro de cargas foi preenchido por meio dos dados de placa dos equipamentos presentes na edificação.

Figura 3 - Planta baixa da casa de farinha.



Fonte: Autoria própria (2021).

Para o dimensionamento conforme a NBR 5410:2004 deve-se levar em consideração o tipo de edificação. As casas de farinha, também chamadas de “aviamentos”, são edificações peculiares e tradicionais: são compostas de uma área residencial e uma área onde se localizam os equipamentos utilizados no processamento da mandioca. Desta forma, pode-se considerar a casa de farinha como uma instalação elétrica mista, residencial/industrial. Para a previsão de carga da área residencial utilizou-se os critérios apresentados na NBR 5410:2004 referentes a previsão de carga para locais de habitação.

Para a parte industrial, a previsão da carga e da demanda foi feita com base nas características dos equipamentos (dados de placa e sites dos fabricantes) e nas exigências do cliente. Após a determinação da previsão de carga, foram somadas as cargas e demandas da parte residencial e da parte industrial para então ser dimensionado o padrão de entrada.

Vale ressaltar que a edificação está em fase de ampliação, sendo que o quarto, cozinha e a área do pátio em frente a esses dois cômodos, apresentados na Figura 3, ainda não possuem pontos de utilização conectados à instalação elétrica.

O software utilizado para elaborar tanto a planta baixa quanto a planta elétrica e detalhes foi o AutoCAD. Para a elaboração do quadro de cargas utilizou-se o Excel.

A terceira etapa consistiu em analisar a instalação elétrica conforme os critérios estabelecidos na NBR 5410:2004, tais como: proteção contra sobrecorrente e curto-circuito, contra surtos e contra choques elétricos, número de tomadas por ambiente, dentre outros, apontando todas as não conformidades encontradas.

Por fim, foi elaborado um projeto elétrico completo, corrigindo as não conformidades com a NBR 5410:2004 encontradas.

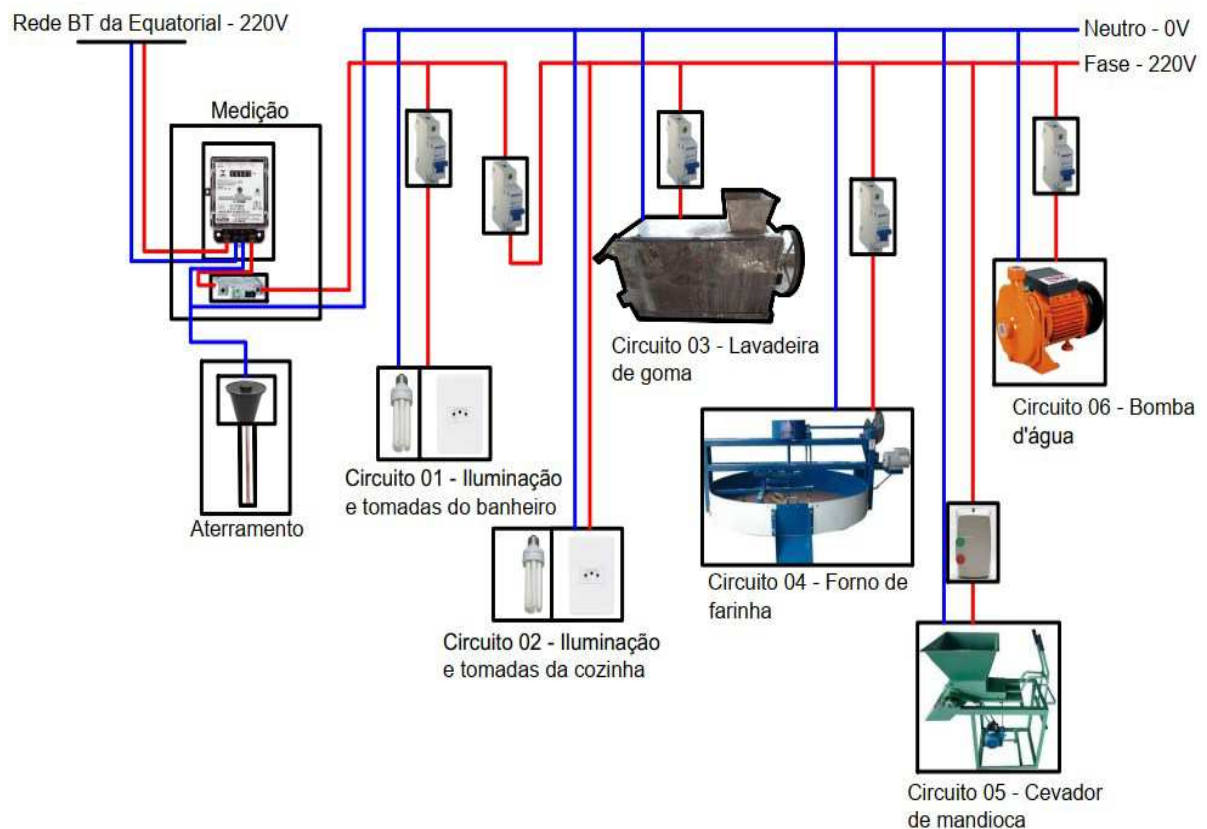
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Estado atual das instalações elétricas

Por meio de uma inspeção *in loco*, foi realizada uma análise de toda a instalação elétrica da casa de farinha, identificando todos os circuitos, cargas, dispositivos de proteção e demais características.

A instalação elétrica possui 6 circuitos terminais, sendo dois destinados a iluminação e tomadas de uso geral. Os demais circuitos são cargas de uso específico: a lavadeira de goma, o forno de farinha, o cevador de mandioca e a motobomba, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - Esquemático da instalação elétrica da casa de farinha atualmente.



Fonte: Autoria própria (2021).

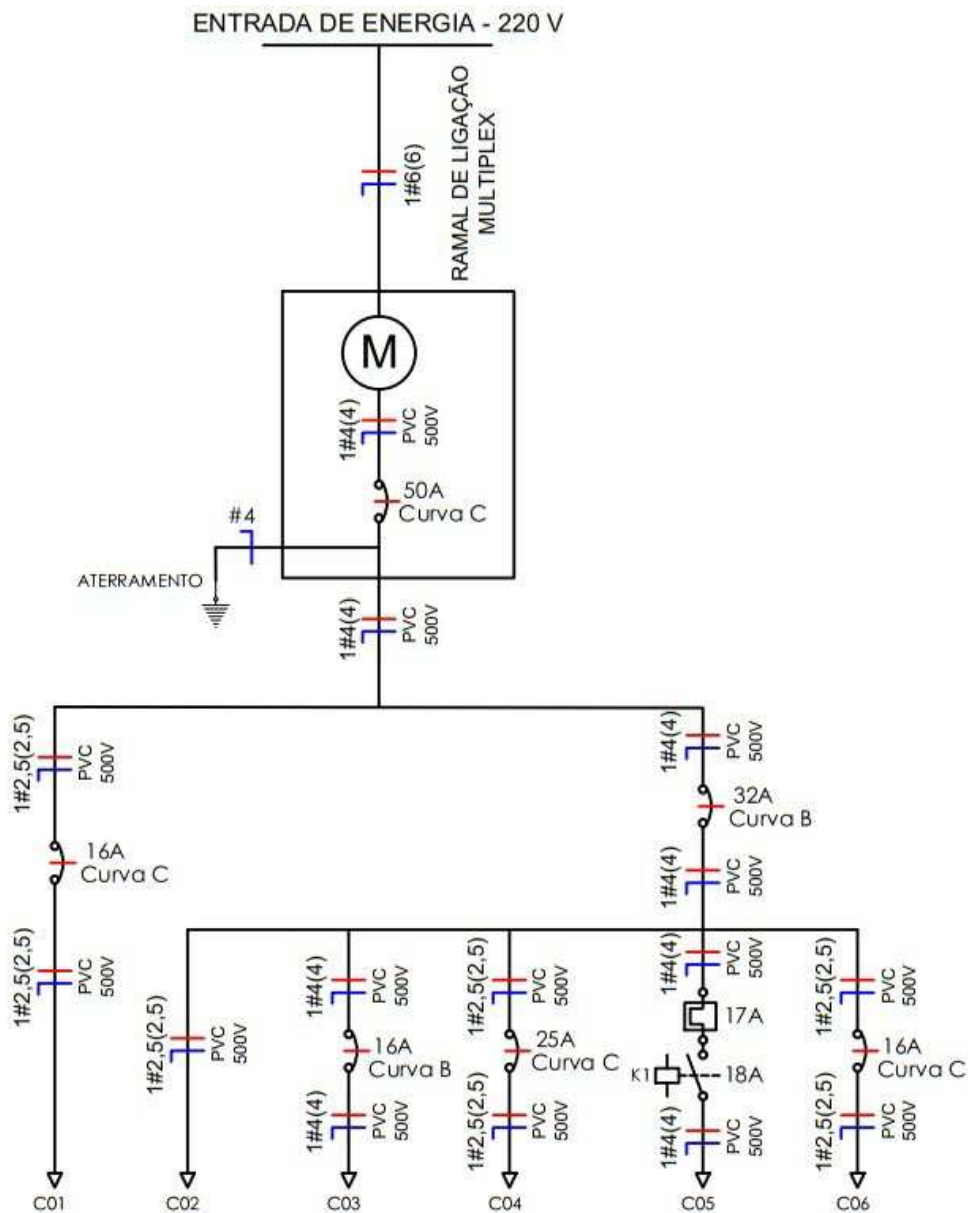
Com base nos dados coletados, foram elaborados o quadro de cargas e o diagrama unifilar para melhor detalhar os condutores e dispositivos de proteção utilizados na instalação, conforme ilustrados na Tabela 7 e na Figura 5.

Tabela 7 - Quadro de cargas da instalação elétrica atualmente.

Circuito	Iluminação	Tomadas	Lavadeira	Forno	Cevador	Bomba	Carga	Seção	DJ
Nº	Desc.	25W	750W	2812W	2064W	2812W	W	mm ²	A
1	Ilumin./Tom	5	2	-	-	-	1625	2,5	16
2	Ilumin./Tom	1	1	-	-	-	775	2,5	-
3	Lavadeira	-	-	1	-	-	2812	4	16
4	Forno	-	-	-	1	-	2064	2,5	25
5	Cevador	-	-	-	-	1	2812	4	16
6	Bomba	-	-	-	-	-	370	2,5	16
Total							10458	4	50

Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 5 - Diagrama unifilar da casa de farinha atualmente.



Fonte: Autoria própria (2021).

A instalação elétrica não possui quadro de distribuição de circuitos e os disjuntores ficam suspensos, sendo as suas “partes vivas” isoladas por meio de fita isolante, dois casos são ilustrados na Figura 6.

Figura 6 - (a) Disjuntor do circuito 1; (b) Disjuntor do circuito 2.



(a)



(b)

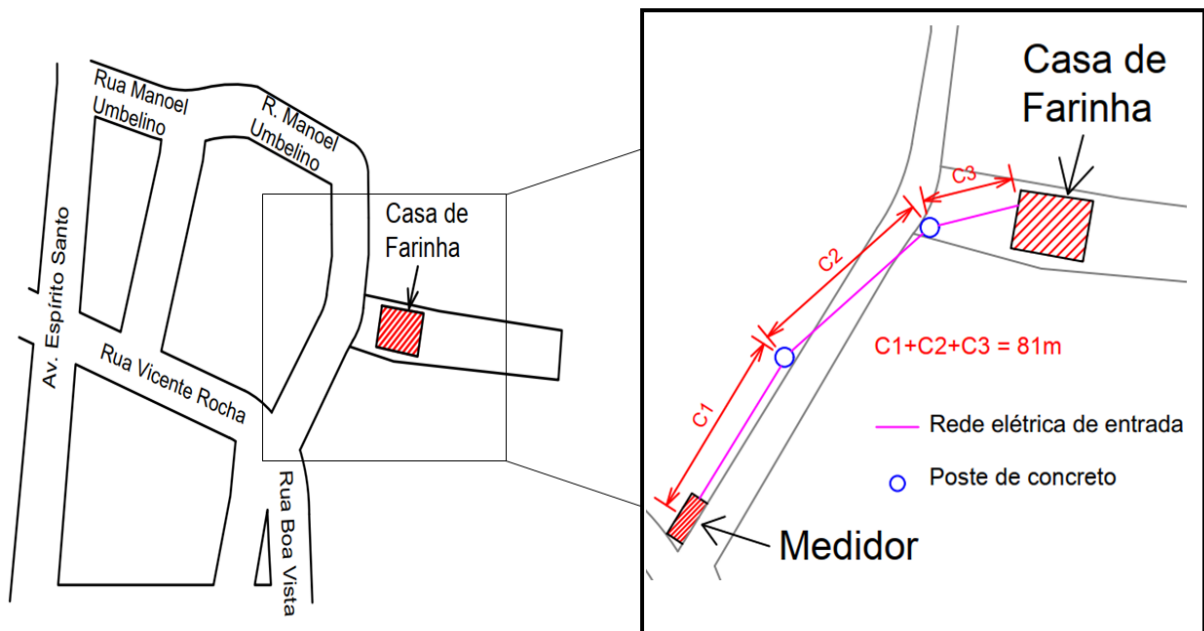
Fonte: Autoria própria (2021).

As linhas elétricas da instalação são fixadas diretamente na madeira do teto por meio de cliques de PVC e descem para os pontos de tomadas e interruptores por meio de eletrodutos flexíveis embutidos na alvenaria.

Outro aspecto da instalação elétrica da casa de farinha que merece atenção é o padrão de entrada. A casa de farinha foi construída em uma rua onde não havia rede de distribuição da Equatorial Energia, concessionária local. De acordo com o proprietário, o eletricista o informou que caso fosse solicitado uma ligação nova em um ponto onde necessitasse de uma reforma de rede, a Equatorial Energia demoraria muito para efetuar essa reforma e então efetuar a ligação.

Sem procurar informações diretamente com a concessionária ou com um profissional da área, além de ter certa urgência para começar a farinhada, o proprietário seguiu a orientação do eletricista e instalou o padrão de entrada fora do limite do terreno (a 81 metros mais precisamente) em um ponto mais próximo da rede de baixa tensão já existente da Equatorial. Mesmo sem fiscalizar o local da unidade consumidora, a Equatorial Energia efetuou a ligação. A planta de situação da casa de farinha é ilustrada na Figura 7.

Figura 7 - Planta de situação.



Fonte: Autoria própria (2021).

4.2 Análise das não conformidades

4.2.1 Quanto ao padrão de entrada

De acordo com o Artigo 14 da Resolução 414 da ANEEL, a conexão da rede elétrica da concessionária com a unidade consumidora (ponto de entrega) deve ser feita no limite do terreno da unidade consumidora com a via pública (com algumas exceções nas quais o caso em estudo não se encaixa) (ANEEL, 2010, p.20). Desta forma, verifica-se que o padrão de entrada da unidade consumidora em estudo está localizado em um local inadequado.

O Art. 34, Inciso I, da Resolução 414 estabelece que a concessionária tem até 60 dias para fazer as adequações necessárias na rede de distribuição aérea de tensão secundária.

Vale ressaltar que de acordo com o Art. 40 da Resolução 414, os custos referentes à reforma de rede, para atender os consumidores do grupo B (carga instalada menor ou igual a 50 kW) para o caso de primeira ligação, são de responsabilidade única e exclusivamente da concessionária (ANEEL, 2010).

4.2.2 Quanto à divisão dos circuitos

Como apresentado anteriormente, existem apenas dois circuitos destinados à iluminação e tomadas. Sendo que cada um desses dois circuitos é utilizado tanto para iluminação quanto

para tomadas. Além disso, uma das tomadas alimenta a uma geladeira de 84W, o que deveria constituir, nesse caso, uma Tomada de Uso Específico – TUE.

Portanto, de acordo com os itens 4.2.5.5 e 9.5.3.2 da NBR 5410:2004, o indicado seria haver, no mínimo, 1 circuito para a tomada do banheiro, 1 circuito para a tomada de uso específico da geladeira que se encontra na cozinha, 1 circuito para a tomada de uso geral da cozinha e 1 circuito para iluminação.

4.2.3 Quanto ao número das Tomadas de Uso Geral – TUGs

Os critérios utilizados pela NBR 5410:2004 para o dimensionamento do número de tomadas tem como base a área e/ou o perímetro de cada ambiente. Desta forma, a Tabela 8 apresenta a área, o perímetro e a quantidade de tomadas dos ambientes da casa de farinha (cozinha, banheiro e pátio).

Tabela 8 - Quantidade de TUGs em cada ambiente da Casa de Farinha.

Dependência	Área	Perímetro	Nº de TUGs
Cozinha	14,8m ²	15,4m	2
Banheiro	2,86m ²	7m	1
Pátio	77,94m ²	39,94m	0

Fonte: Autoria própria (2021).

Tomando-se como base o item 9.5.2.2.1 da NBR 5410:2004, verifica-se que o número mínimo de tomadas indicado para a cozinha, deveria ser de 7 tomadas, sendo 5 tomadas em função do perímetro ($15,4/3,5 = 4,4$) mais as 2 tomadas que devem ficar acima da bancada da pia. Já para o pátio, o número de tomadas que obedece à norma seria de 8 tomadas ($39,94/5 = 7,988$). O número de tomadas do banheiro obedece ao indicado pela norma.

4.2.4 Quanto aos dispositivos de proteção contra sobrecorrente e curto-circuito

Para o caso do circuito da lavadeira, a corrente nominal do circuito é 13,8A, o cabo utilizado é o de 4mm², que de acordo com a Tabela 33 da NBR 5410:2004 possui capacidade de condução de corrente 41A (método F). O disjuntor utilizado é o disjuntor de 16A, curva B. Em relação à corrente nominal, o disjuntor utilizado está de acordo ao que estabelece a norma, todavia, a curva mais adequada para o caso de circuitos com motores é a curva C. Isso porque, de acordo com a placa do motor, a corrente de partida corresponde a 7 vezes a corrente nominal

do motor. De acordo com a norma IEC 60898, em relação ao disparo instantâneo, a curva C é indicada para correntes da ordem de 5 a 10 vezes a corrente nominal.

O mesmo caso ocorre para o disjuntor de 32A que se localiza a montante dos circuitos 2, 3, 4, 5 e 6. Pela corrente nominal, o disjuntor está dimensionado corretamente, todavia, a sua curva de atuação é a curva B. E pelo mesmo critério mencionado no parágrafo anterior, a curva de atuação mais indicada para esse caso deveria ser a curva C.

O trecho referente ao circuito 2, não possui proteção, indo contra o que determina o item 9.5.4 da NBR 5410:2004. Fazendo a ressalva de que esse circuito deveria se dividir em pelo menos 2, um para iluminação e outro para tomadas, deveria ser utilizado como proteção, disjuntores termomagnéticos de correntes nominais entre 10A e 20A, curva B, uma vez que é de 2,5mm².

Outro trecho que necessita de proteção, é o trecho compreendido entre o disjuntor da medição e os disjuntores de 32A e o de 16A onde há uma derivação dos cabos de 4mm² para 2,5mm² sem a presença de um dispositivo de proteção contra sobrecorrentes, indo em desacordo com o item 5.3.4.2.1 da NBR 5410:2004.

Com relação aos 3 motores, 2 deles não possuem proteção nem contra sobrecarga, nem contra curto-circuito (forno e lavadeira). O motor do cevador, possui apenas proteção contra sobrecarga, por meio do relé térmico, não havendo proteção contra curto-circuito. Essa ausência de proteção vai em desacordo com os itens 6.5.1.4 e 6.5.1.5 da NBR 5410:2004.

4.2.5 Quanto à proteção contra choques elétricos e surtos

A instalação elétrica não apresenta qualquer medida de proteção contra choques e surtos elétricos. Não há condutor de proteção, dispositivos de proteção diferencial-residual e dispositivos de proteção contra surtos, em detrimento à NBR 5410:2004 nos itens 5.1.2.2.3, 5.1.2.2.4, 5.1.3.2 e 6.3.5.2.4.

4.3 Proposta de adequação

Diante de todas as não conformidades apresentadas na seção anterior, foi proposta uma solução de adequação às normas vigentes.

Na proposta de adequação, já foram previstas futuras alterações de cargas e ampliações na edificação. De acordo com o proprietário, ele pretende instalar futuramente mais uma máquina, cujo motor tem potência mecânica de 7,5CV trifásico. Além disso, como mencionado no Capítulo 3, o proprietário vai ampliar a edificação, construindo mais dois cômodos. Um dos

cômodos será um quarto, o outro será a cozinha. A cozinha atual passará a ser um pequeno depósito.

Além disso, serão instalados projetores para a iluminação dos canteiros, isso porque é necessário iluminá-los durante à noite em dias chuvosos para que possam ser cobertos, protegendo a goma.

Outra alteração proposta está ligada ao método de instalação das linhas elétricas internas. Isso porque, embora a norma permita a instalação de condutores ao ar livre (métodos E, F e G) ou fixados sobre a superfície da madeira (método C), esse tipo de instalação apresenta uma relativa dificuldade de execução, visto que é necessário fixar cada cabo por vez, utilizando roldanas ou cliques de PVC fixados na madeira por meio de pregos ou parafusos. Além disso, eventuais manutenções ou futuras derivações podem ser dificultadas devido ao fato de que os condutores se encontram esticados e bem próximos à superfície da madeira. Sendo assim, optou-se por utilizar as linhas em eletrodutos corrugados aparentes, onde derivações e emendas são feitas em condutes de PVC. Os eletrodutos serão fixados na madeira do teto por meio de abraçadeiras de PVC.

Vale destacar que o projeto luminotécnico não foi objeto de análise de não conformidades e, portanto, também não será objeto de proposta de adequação.

4.3.1 Número de tomadas e previsão de carga

O primeiro critério de adequação se refere à quantidade mínima e a potência das tomadas de uso geral em função da área e do perímetro dos ambientes da edificação. A Tabela 9 apresenta o número adequado e a potência das TUGs, determinados de acordo com os itens 9.5.2.2.1 e 9.5.2.2.2 da NBR 5410.

Tabela 9 - Número e potência das TUGs.

Dependência	Área	Perímetro	Nºde TUGs	Potência das TUGs (VA)
Cozinha	14,8m ²	15,4m	7	2200
Banheiro	2,86m ²	7m	1	600
Pátio	115,5m ²	59,44m	12	1200
Quarto	14,8m ²	15,4m	6	600
Depósito	14,8m ²	15,4m	5	500

Fonte: Autoria própria (2021).

O segundo critério é a potência mínima para iluminação, determinada de acordo com o item 9.5.2.1.2 da NBR5410. A Tabela 10 apresenta esse dimensionamento.

Tabela 10 - Potência de iluminação.

Dependência	Área	Perímetro	Potência de Iluminação (VA)
Cozinha	14,8m ²	15,4m	220
Banheiro	2,86m ²	7m	100
Pátio	115,5m ²	59,44m	1720
Quarto	14,8m ²	15,4m	220
Depósito	14,8m ²	15,4m	220

Fonte: Autoria própria (2021).

Após a previsão de carga para iluminação e tomadas por ambientes, foi feita a divisão dos circuitos terminais, apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 - Divisão dos circuitos.

Circuitos	
Nº	Descrição
1	Iluminação Ambientes Internos
2	Iluminação do Pátio
3	Tomadas do Depósito e Quarto
4	Tomadas do Pátio
5	Tomadas da Cozinha
6	Tomadas WC
7	Geladeira
8	Iluminação dos Canteiros
9	Forno
10	Lavadeira
11	Cevador
12	Bomba
13	Motor 7,5CV

Fonte: Autoria própria (2021).

4.3.2 Corrente de projeto

Para a determinação da corrente de projeto, determinou-se a carga de cada circuito, Tabela 11.

Tabela 11 - Corrente de projeto dos circuitos.

Circuito		Total		Tensão	Corrente(A)	
Nº	Desc.	W	VA	V	Ip	Ip'
1	Iluminação	380	760	220	3,45	4,96
2	Iluminação	910	1820	220	8,27	11,89
3	Tomadas	880	1100	220	5	8,21
4	Tomadas	960	1200	220	5,45	7,84
5	Tomadas coz.	1760	2200	220	10	16,42
6	Tomadas WC	480	600	220	2,73	3,92
7	Geladeira	150	198	220	0,9	1,48
8	Ilumin. Canteiros	100	108	220	0,49	0,56
9	Forno	2064	3036	220	13,8	15,86
10	Lavadeira	2812	3388	220	15,4	17,70
11	Cevador	2812	3388	220	15,4	17,70
12	Bomba	370	370	220	1,68	1,93
13	Motor 7,5CV	6382	8988	380	13,66	15,70

Fonte: Autoria própria (2021).

Onde I_p' é a corrente de projeto corrigida e corresponde ao valor de I_p dividido pelos fatores de correção. Foram aplicados fatores de correção referentes à temperatura ambiente e agrupamento de circuitos (Tabelas 40 e 42 da NBR 5410). Considerando a temperatura ambiente de 40°C para linhas não subterrâneas, o fator de correção de temperatura adotado para todos os circuitos para os circuitos foi de 0,87. Para os circuitos que possuem linhas subterrâneas, a temperatura do solo considerada foi de 30°, o fator de correção neste caso deveria ser 0,89. Como a linha não é subterrânea na saída do QGBT, adotou-se o fator de correção de 0,87 também para linhas subterrâneas. Em relação ao fator de agrupamento, para os circuitos 1, 2, 4 e 6 utilizou-se 0,8, pois houveram trechos em que 2 circuitos compartilhavam o mesmo eletroduto. Para os circuitos 3,5 e 7 o fator de agrupamento adotado foi de 0,7 pois houveram trechos onde 3 circuitos compartilhavam o mesmo eletroduto. Para os demais casos, o fator de agrupamento é unitário, pois não compartilham o mesmo eletroduto com outros circuitos. A partir da corrente I_p' é possível dimensionar os condutores.

4.3.3 Dimensionamento dos cabos elétricos

O método de instalação será o B1, onde os cabos unipolares com isolamento em PVC serão instalados dentro de eletrodutos fixados no teto ou embutidos na parede. As seções dos condutores devem atender a três critérios simultaneamente: capacidade de condução de corrente (obtida por meio da Tabela 36 da NBR 5410:2004), queda de tensão e seção mínima. Desta forma, determinou-se a seção adequada a cada critério, Tabela 12. O valor de queda de tensão

adotado nos cálculos foi de 2%. Para atender aos três critérios simultaneamente, deve-se escolher a maior seção dentre os três.

Tabela 12 - Seção dos condutores de acordo com a capacidade de condução, queda de tensão e seção mínima.

Circuito Nº	Corrente(A)		Condutores (mm ²)		
	Ip	Ip'	Capacidade de condução	Queda de tensão	Seção mínima
1	3,45	4,96	0,5	0,5	1,5
2	8,27	11,89	1	1,5	1,5
3	5,00	8,21	0,5	1	2,5
4	5,45	7,84	0,5	1	2,5
5	10,00	16,42	1,5	2,5	2,5
6	2,73	3,92	0,5	0,5	2,5
7	0,90	1,48	0,5	0,5	2,5
8	0,49	0,56	0,5	0,5	1,5
9	13,80	15,86	1,5	1,5	2,5
10	15,40	17,70	2,5	1,5	2,5
11	15,40	17,70	2,5	1,5	2,5
12	1,68	1,93	0,5	0,5	2,5
13	13,66	15,70	2,5	1,5	2,5

Fonte: Autoria própria (2021).

4.3.4 Dimensionamento dos dispositivos de proteção contra sobrecarga e curto-circuito

Após o dimensionamento dos condutores, é feito o dimensionamento dos dispositivos de proteção (disjuntores) dos condutores dos circuitos, conforme apresentado na Tabela 8. A corrente do disjuntor deve ser maior que a corrente de projeto corrigida e menor do que a corrente nominal do cabo.

Tabela 13 - Condutores e disjuntor para cada circuito.

Circuito Nº	Corrente(A)		Condutores (mm ²)	Disjuntor(A)
	Ip	Ip'		
1	3,91	4,49	1,5	10
2	7,82	8,99	1,5	10
3	5	5,75	2,5	16
4	5,45	6,27	2,5	16
5	10	11,49	2,5	16
6	2,73	3,13	2,5	16
7	0,9	1,03	2,5	16
8	0,49	0,56	1,5	10
9	13,8	15,86	2,5	16
10	15,4	17,70	4	25

11	15,4	17,70	4	25
12	1,68	1,93	2,5	16
13	13,66	15,70	4	3x25

Fonte: Autoria própria (2021).

Utilizou-se cabo de 4mm² para os circuitos 10, 11 e 13 pois essa é a seção dos cabos que já vem conectada ao o motor.

4.3.5 Padrão de entrada

Para que o padrão de entrada seja dimensionado, deve-se conhecer a potência total instalada e/ou a demanda total. A Tabela 14 apresenta a carga e a demanda referente a cada circuito tanto em W quanto em VA, bem como os valores totais.

Tabela 14 - Demanda.

Circuito		Potência		Fator de demanda	Demanda	
Nº	Desc.	W	VA	%	W	VA
1	Iluminação	380	760	1	380	760
2	Iluminação	910	1820	1	910	1820
3	Tomadas	880	1100	1	880	1100
4	Tomadas	960	1200	1	960	1200
5	Tomadas coz.	1760	2200	1	1760	2200
6	Tomadas WC	480	600	1	480	600
7	Geladeira	150	198	1	150	198
8	Ilumin.Canteiros	100	108	0,45	45	48,6
9	Forno	2064	3036	0,7	1444,8	2125,2
10	Lavadeira	2812	3388	0,83	2333,96	2812,04
11	Cevador	2812	3388	0,83	2333,96	2812,04
12	Bomba	370	370	1	370	370
13	Motor 7,5CV	6382	8988	0,83	5297,06	7460,04
TOTAL		20060	27156	0,71	17344,78	23505,92

Fonte: Autoria própria (2021).

O fator de potência adotado para os circuitos 1 e 2 foi de 0,5 pois é o fator de potência das lâmpadas encontradas na unidade consumidora. De acordo com a NT-001, deve-se considerar o fator de potência das tomadas como sendo 0,85. Todavia, adotou-se um fator de potência de 0,8 para dar uma margem um pouco maior. Para os motores e a bomba utilizou-se o fator de potência dos próprios equipamentos, encontrados nos sites dos fabricantes. Para os

refletores de 50W, o fator de potência adotado foi de 0,92, valor comum no mercado para esse tipo de refletor.

Para os circuitos de iluminação e tomadas, a TUE da geladeira e para a bomba, o fator de demanda considerado é unitário. Para os motores, o fator de demanda adotado é unitário, visto que o proprietário pretende utilizar todos ao mesmo tempo. Todavia, adotou-se o fator de utilização, considerando que os motores operam um pouco abaixo da sua potência nominal. De acordo com a Tabela 15, para motores de 3/4 a 2,5 cv o fator de utilização é de 0,70, para motores de 3 a 15 cv o fator de utilização é de 0,83.

Tabela 15 - Fatores de utilização.

Aparelhos	Fator de utilização
Fornos a resistência	1,00
Secadores, caldeiras, etc.	1,00
Fornos de indução	1,00
Motores de 3/4 a 2,5 cv	0,70
Motores de 3 a 15cv	0,83
Motores de 20 a 40 cv	0,85
Acima de 40 cv	0,87
Soldadores	1,00
Retificadores	1,00

Fonte: Mamede Filho (s.d).

Para o dimensionamento do padrão de entrada, utiliza-se como base a Tabela 16, encontrada na NT-001. Verifica-se, portanto, que a instalação elétrica deverá ser trifásica, tanto devido à carga instalada e a demanda, quanto por já se prever a instalação de um motor trifásico. O disjuntor de entrada será de 40 A tripolar. O ramal de ligação será feito por meio de cabo quadruplex de 10 mm² e o ramal de entrada será feito por meio de cabo de cobre isolado de 6mm² a quatro fios, 3 fases e o neutro, adentrando na caixa de medição através de eletroduto de aço galvanizado de 1.1/2 polegadas de diâmetro. O condutor de aterramento também deverá ser de 6mm². O eletroduto pelo qual passa o condutor de aterramento será de 1/2 polegada de diâmetro.

Tabela 16 - Dimensionamento do padrão de entrada.

METODO DE CALCULO	TIPOS DE FORNECIMENTO	CARGA kW	DISJUNTOR TERMO-MAGNETICO (A)	RAMAL DE LIGAÇÃO					CONDUTOR COBRE ISOLADO MÍNIMO DO CLIENTE FASE (NEUTRO) (mm²)	DIÂMETRO NOMINAL Ø ELETRODUTO DE AÇO GALVANIZADO (pol.)	CONDUTOR DE ATERRAMENTO (AÇO COBREADO) (mm²)	DIÂMETRO NOMINAL Ø ELETRODUTO A TERRAMENTO (pol.)
				Distância até 2 km da orla marítima			Distância a partir de 2 km da orla marítima					
				CABO DE COBRE CONCENTRICO OU DUPLEX (mm²)	CABO DE COBRE MULTIPLEXADO (mm²)	ELETRODUTO DE PVC COM PROTEÇÃO ANTI-UV	CABO DE ALUMÍNIO MULTIPLEXADO (mm²)					
							DUPLEX CONCENTRICO	QUADRUPLIX				
CARGA INSTALADA	MONOFÁSICO	Até 4	25 (MONO)	4	-		10	-	4	3/4	4	1/2
		De 4 a 8	40 (MONO)	6	-		10	-	6	3/4	6	1/2
		De 8 a 12	60 ou 63 (MONO)	10	-		10	-	10	3/4	6	1/2
DEMANDA	TRIFÁSICO	De 12 a 20	40 (TRI)	-	6		-	10	6	1.1/2	6	1/2
		De 20 a 30	60 ou 63 (TRI)	-	10		-	16	10	1.1/2	10	1
		De 30 a 40	80 (TRI)	-	16		-	25	16	2	16	1
		De 40 a 50	100 (TRI)	-	25		-	35	25	2	25	1
		De 50 a 75	125 (TRI)	-	35		-	50	35	2.1/2	35	1

Fonte: Equatorial Energia (2019).

De acordo com o item 7.3.5 da NT-001, o aterramento do neutro no padrão de entrada da instalação será feito por meio de uma haste de aço cobreado com diâmetro Ø 16mm (5/8") e comprimento de 1.500 mm. Sendo a conexão entre o condutor de aterramento e a haste feita por meio de conector tipo cunha.

Como a edificação em estudo já possui uma ligação, uma reforma de rede nesse caso acarretaria custos ao proprietário. É o que preveem os artigos 42 e 43 da Resolução 414 (ANEEL, 2010, p. 50):

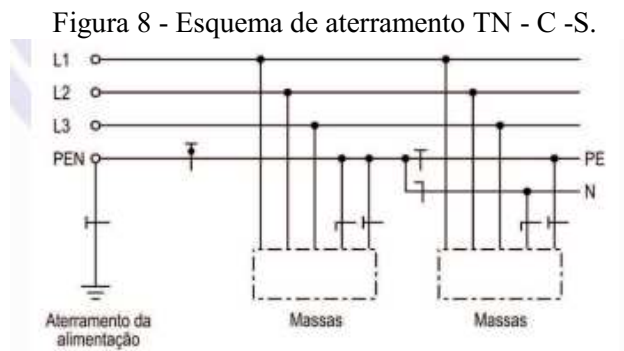
Art. 42. Para o atendimento às solicitações de aumento de carga ou conexão de unidade consumidora que não se enquadrem nas situações previstas nos arts. 40, 41 e 44, deve ser calculado o encargo de responsabilidade da distribuidora, assim como a eventual participação financeira do consumidor...

Art. 43. A participação financeira do consumidor é a diferença positiva entre o custo da obra proporcionalizado nos termos deste artigo e o encargo de responsabilidade da distribuidora.

No entanto, existe uma possibilidade na qual o proprietário da edificação em estudo não precisaria arcar com os custos de uma reforma de rede ou arcaria apenas com uma parcela menor desses custos. Conforme mencionado em 4.2.1 há uma residência vizinha à Casa de Farinha, na qual ainda não foi feita a ligação por parte da Equatorial Energia e que necessita de reforma de rede. Assim, caso a reforma seja efetuada para a ligação dessa residência, o proprietário da casa de farinha poderá arcar apenas com os custos da ampliação do número de fases, caso a reforma seja feita utilizando ramal monofásico. Caso, a reforma seja feita utilizando ramal trifásico (quadruplex) o proprietário precisaria arcar apenas com os custos de adequação do padrão de entrada em si.

4.3.6 Dimensionamento dos dispositivos de proteção contra surtos e contra choques elétricos

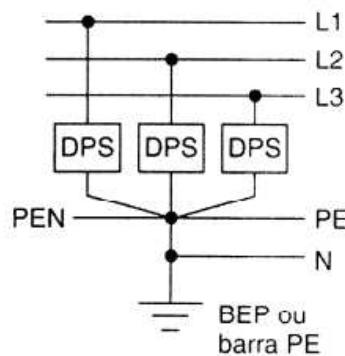
O aterramento de proteção será do tipo TN-C-S, onde será feito um aterramento local no quadro de distribuição, conforme apresentado na Figura 8. O barramento de neutro será conectado à barra de aterramento, de onde saem os condutores de proteção.



Fonte: ABNT (2004).

O esquema de conexão do DPS para o esquema de aterramento TN-C-S recomendado pela NBR 5410:2004 é apresentado na Figura 9.

Figura 9 - Instalação do DPS para o esquema de aterramento TN - C -S.



Fonte: ABNT (2004).

De acordo com a Figura 2, Para a região centro-sul do estado do Piauí, o Td é de aproximadamente 60. Logo, o nível de exposição a sobretensões de origem transitórias é:

$$F = 60(1,6 + 2 \times 0,5 + 0,75) = 201$$

Assim, de acordo com a Tabela 6, a corrente de descarga nominal dos DPS da instalação deve ser maior ou igual a 20kA.

O DPS indicado no projeto será um DPS classe II, com $U_p < 1,5\text{kV}$, $U_c = 275\text{ V}$, $I_n = 20\text{kA}$ (8/20 μs) e $I_{max} = 45\text{kA}$ (8/20 μs). Onde I_{max} é o máximo valor de corrente de descarga que o DPS pode suportar e proteger a instalação elétrica, atuando apenas uma única vez para esse valor de corrente, necessitando ser trocado. Um DPS que obedece aos parâmetros mencionados é apresentado na Figura 10.

Figura 10 - Dispositivo de proteção contra surtos - DPS.



Fonte: Clamper (2021).

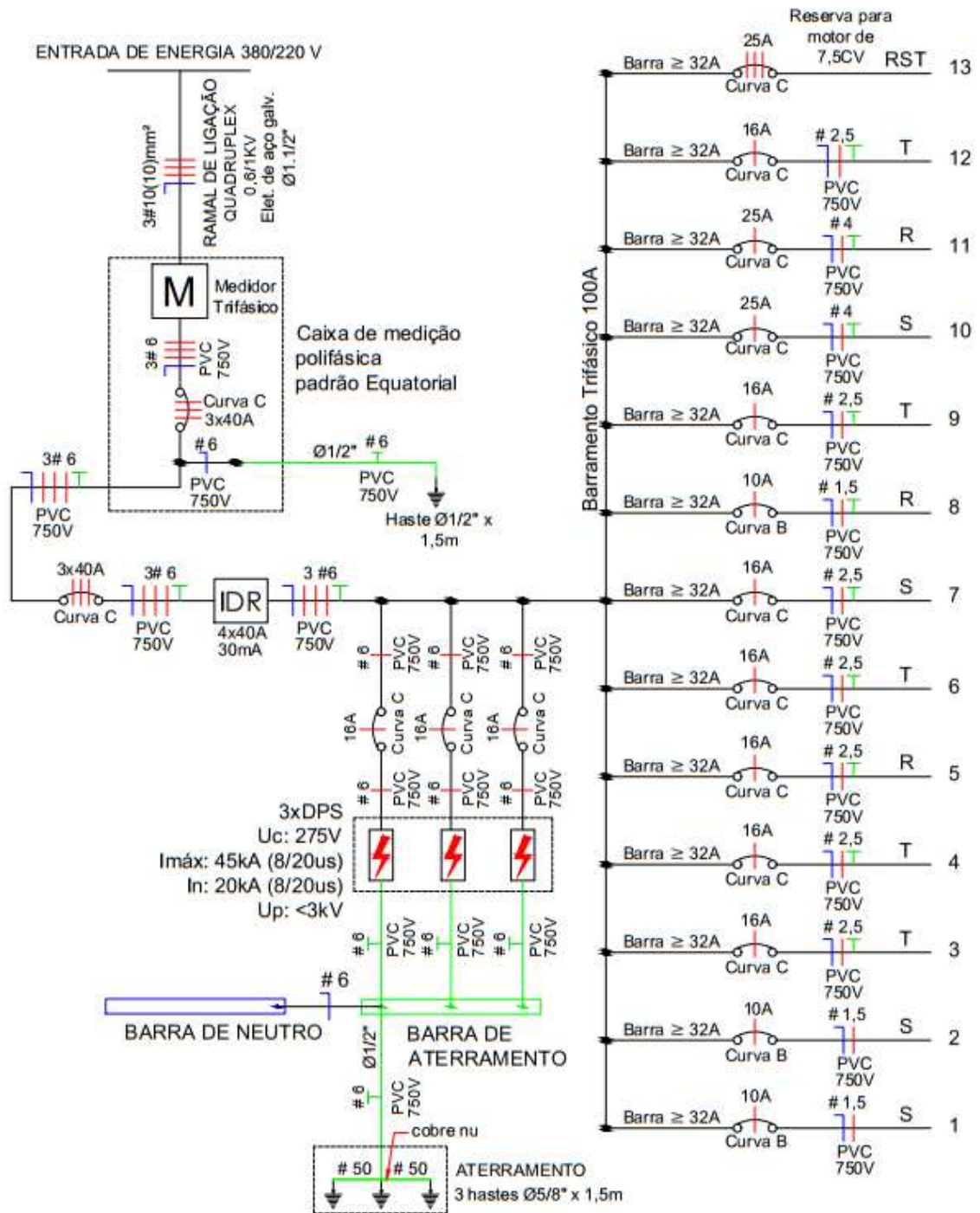
Apenas os circuitos de iluminação interna da casa de farinha não possuirão condutor de proteção, considerando o item 5.1.2.2.3.7(c) da NBR 5410:2004.

Como proteção contra choques elétricos será utilizado um interruptor diferencial residual tetrapolar de 40A geral para toda a instalação, com proteção contra correntes de fuga de até 30mA.

4.3.7 Diagrama unifilar da proposta de adequação

O diagrama unifilar da instalação proposta é apresentado na Figura 11.

Figura 11 - Diagrama unifilar com as adequações.

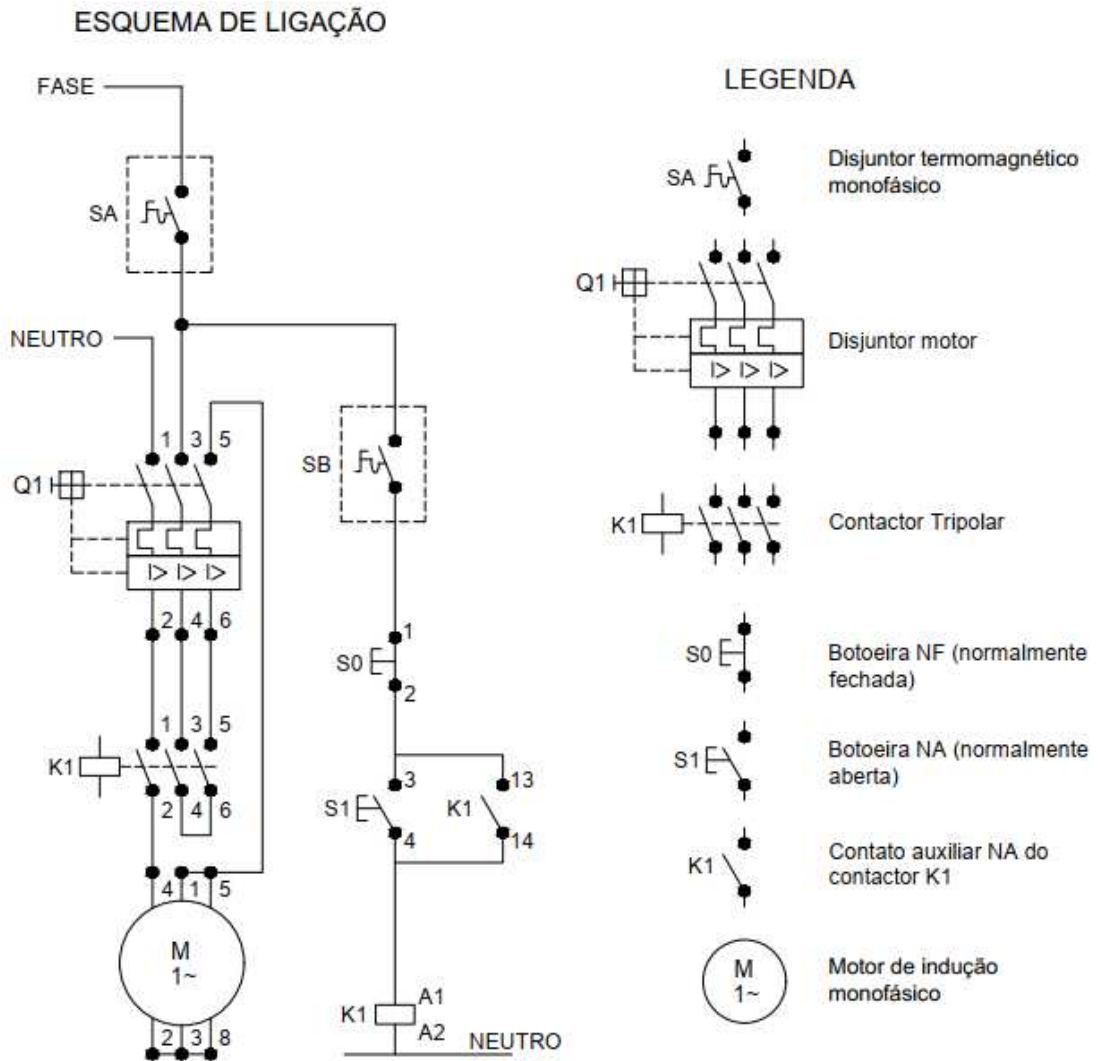


Fonte: Autoria própria (2021).

4.3.8 Proteção e partida dos motores

Com relação a partida dos motores, o método de partida indicado pelo fabricante para os motores de 2 e 3CV é a partida direta. A proteção contra curto-circuito e sobrecorrente dos 3 motores será feita por meio de disjuntor motor. Os diagramas de comando e de força para a partida direta do projeto são apresentados na Figura 12.

Figura 12 - Esquema de ligação para partida direta dos motores da casa de farinha.



Fonte: Autoria própria (2021).

Para o dimensionamento dos contactores, deve-se levar em consideração a corrente elétrica do circuito, o número de contatos principais, o número de contatos auxiliares e a tensão de comando. A tensão de comando será de 220V (fase- neutro) em todos os casos. A corrente de projeto do circuito do forno (motor de 2CV), é de 15,86A. Assim, o contactor deverá possuir corrente nominal igual ou superior a 15,86A, 1 contato auxiliar normalmente aberto – NA e 2 ou 3 contatos principais normalmente abertos.

O disjuntor motor para o circuito do motor de 2CV deverá possuir faixa de regulagem que englobe a corrente de 15,86A e deverá possuir de 2 a 3 contatos principais.

Para os motores de 3CV, o dimensionamento dos elementos da partida é análogo ao do motor de 2CV. A corrente elétrica dos circuitos é de 17,7A. Sendo assim, as correntes nominais dos contactores deverão ser iguais ou superiores a 17,7A. Os contactores deverão possuir 2 ou

3 contatos principais e um contato auxiliar NA. A corrente de 17,7A deverá estar dentro da faixa de ajuste dos disjuntores motor, que deverão possuir 2 ou 3 contatos principais.

Desta forma, para todos os casos, serão utilizados contactores com corrente nominal de 18A (AC-3), tensão máxima de operação de 440V, 3 contatos principais NA e 1 contato auxiliar NA, tensão de comando de 220V em 60Hz.

Os disjuntores motor utilizados, possuem faixa de ajuste de corrente de 13 a 18A. Capacidade máxima de curto-circuito de 100kA e tensão máxima de operação de 690V.

Cada comando será montado em uma caixa de PCV cujas dimensões são 300x200x130mm que é apresentada na Figura 13. Para o motor do forno, a caixa será instalada sobreposta na parede, para o cevador e a lavadeira, as caixas serão fixadas nas próprias estruturas das máquinas.

Figura 13 - Caixa hermética de PVC.



Fonte: Loja Eletrica (2021).

Como a corrente da bomba é bem baixa (1,93A), seu acionamento será feito por meio de uma botoeira liga/desliga de 30A, como a apresentada na Figura 14 e sua proteção será feita apenas pelo disjuntor instalado no quadro de distribuição.

Figura 14 - Botoeira liga/desliga para a bomba d'água.



Fonte: Anhanguera Ferramentas (2021).

4.3.9 Orçamento

Após a elaboração do projeto, foi feito um levantamento de quantitativos e orçamento. O orçamento teve como base os preços de uma loja de material elétrico da cidade de Picos/PI. Uma parte da planilha de orçamento é apresentada na Figura 15.

Figura 15 - Lista de materiais/orçamento.

OBRA						
Tipo:	Projeto elétrico					
Título:	Projeto Aviamento					
Endereço:	Rua Boa Vista, centro					
Cliente:						
Lista de Materiais (Aviamento)						
Acionamento e proteção dos motores						
Nº	Descrição	Item	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Total
1	Disjuntor motor	12-18A, 220V	und	3	R\$ 200,00	R\$ 600,00
2	Contactador tripolar	18A, 220V	und	3	R\$ 110,00	R\$ 330,00
3	Botoeira NA	220V,10A, Verde	und	3	R\$ 25,00	R\$ 75,00
4	Botoeira NF	220V,10A, Vermelho	und	3	R\$ 25,00	R\$ 75,00
5	Botoeira liga/desliga	30A	und	1	R\$ 63,00	R\$ 63,00
					Subtotal	R\$ 1.143,00
Padrão de entrada						
Nº	Descrição	Item	Unidade	Quantidade	Casa do elet.	Preço
1	Abraçadeira Tipo "D", com cunha, para Eletrod	Ø1.1/2"	und	1	R\$ 2,60	R\$ 2,60
2	Alça Pré- Formada de Serviço Para Cabo Multi	-	und	2	R\$ 8,00	R\$ 16,00
4	Arruela para Eletroduto em aço galvanizado	Ø1.1/2"	und	1	R\$ 2,00	R\$ 2,00
6	Bucha para Eletroduto em aço galvanizado	Ø1.1/2"	und	1	R\$ 3,20	R\$ 3,20
7	Cabo Multiplexado, Isolação XLPE, 1KV	10mm ²	m	20	R\$ 9,30	R\$ 186,00
8	Caixa de Medição Polifásica	-	und	1	R\$ 64,00	R\$ 64,00
9	Capacete 180°	Ø1.1/2"	und	1	R\$ 13,50	R\$ 13,50
10	Conector grampo GTDU	p/ haste Ø16mm	und	2	R\$ 20,00	R\$ 40,00
11	Conector Cunha Ramal	p/ cabo 10mm ²	und	1	R\$ 7,00	R\$ 7,00
12	Conector Perfurante	p/ cabo 10mm ²	und	3	R\$ 10,00	R\$ 30,00
13	Curva de 90°, PVC Rígido Roscável	Ø1.1/2"	und	1	R\$ 14,00	R\$ 14,00
14	Eletroduto de PVC Rígido Roscável	Ø1/2"	m	3	R\$ 30,00	R\$ 90,00
15	Eletroduto, aço galvanizado	Ø1.1/2" x 3m	und	1	R\$ 65,00	R\$ 65,00
17	Haste de Terra em Aço Cobreado	Ø 16mm x 1,5m	und	1	R\$ 33,50	R\$ 33,50
19	Terminal pré-isolado tipo ilhós	p/ cabo 6mm ²	und	8	R\$ 4,00	R\$ 32,00
					Subtotal	R\$ 598,80

Fonte: Autoria própria (2021).

O resumo dos quantitativos é apresentado na Tabela 17 abaixo.

Tabela 17 - Orçamento.

Acionamento e proteção dos motores	R\$ 1.143,00
Padrão de entrada	R\$ 598,80
Cabos Unipolares	R\$ 3.043,71
Quadros elétricos	R\$ 1.345,00
Eletroduto flexível	R\$ 886,51
Tomadas e interruptores	R\$ 372,90
Dispositivos de proteção	R\$ 1.052,00
Acessórios para eletrodutos	R\$ 665,80
Total	R\$ 9.107,72

Fonte: Autoria própria (2021).

Portanto, o custo total em material elétrico para a obra de reforma e adequação das instalações elétricas da Casa de Farinha seria de aproximadamente R\$ 9.107,72. Onde os cabos

elétricos (R\$ 3.043,71) e os dispositivos de acionamento e proteção dos motores (R\$ 1.143,00) representam os itens de maior custo da obra.

5 CONCLUSÃO

No presente trabalho verificou-se a situação atual das instalações elétricas de uma casa de farinha na cidade de Santana do Piauí/PI. Foi feito um levantamento de toda a infraestrutura da instalação elétrica e das cargas presentes na edificação a partir do qual foi possível analisar inúmeras não conformidades das instalações elétricas com a NBR 5410:2004. Em seguida foi elaborado, como proposta de adequação, um projeto elétrico da edificação de acordo com a referida norma, bem como um orçamento dos materiais necessários à execução do projeto de adequação.

Durante a elaboração do trabalho, constatou-se que a instalação elétrica em questão não obedece ao que preconiza a NBR 5410:2004 em quase todos os pontos. dentre os quais pode-se destacar: uma equivocada divisão dos circuitos terminais; número insuficiente de tomadas em todos os ambientes, exceto o banheiro; dimensionamento inadequado das curvas dos disjuntores de 16A da lavadeira e do disjuntor de 32A a montante dos circuitos 2, 3, 4, 5 e 6; ausência de disjuntores em trechos de redução de seção dos cabos; ausência de medidas de proteção contra choques elétricos (DR); ausência de proteção contra surtos elétricos (DPS); ausência dos dispositivos elétricos adequados à partida dos motores do forno e da lavadeira (contactores, relés térmicos e fusíveis); dentre outros.

Verificou-se ainda que o padrão de entrada da edificação foi instalado em um local inadequado, quando deveria estar localizado no limite do terreno com a via pública. Considerando a grande distância entre o medidor e a edificação, a seção dos condutores utilizados nesse trecho e a carga instalada, é possível que nos instantes de demanda máxima a queda de tensão pode ser significativa, resultando em um maior consumo de energia elétrica e, conseqüentemente, prejuízo ao dono da edificação.

Para o aumento de carga previsto na proposta de adequação será necessária uma reforma de rede. Os custos de tal reforma para o dono da casa de farinha podem ser reduzidos ou mesmo inexistentes caso a concessionária realize a reforma de rede para a ligação da unidade consumidora vizinha à casa de farinha.

Por meio da lista de materiais elaborada, estima-se que o custo com materiais para a adequação da instalação elétrica seria de aproximadamente R\$ 9.107,72. De acordo com o proprietário, esse valor é aceitável e exequível, uma vez que traz benefícios como a segurança das pessoas e equipamentos, bem como amplia a capacidade e aumenta velocidade da produção.

É nítido a importância de um projeto elétrico para toda e qualquer execução de instalações elétricas. Com o projeto, todas as não conformidades encontradas na instalação

seriam inexistentes e o cliente poderia otimizar a sua produção por meio do aumento da sua demanda máxima, podendo utilizar todos os motores ao mesmo tempo. Além disso, todas as pessoas envolvidas no processo produtivo estariam protegidas de acidentes com energia elétrica dentro da edificação.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.
- COTRIM, Ademaro A. M. B. **Instalações Elétricas**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**. 15. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações Elétricas Prediais**. 14. ed. São Paulo: Érica, 2004.
- MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas industriais**. 9. ed. [S.l.]: LTC, [s.d.].
- FONSÊCA, Glicéria Emiliana da. **Dimensionamento dos condutores de uma instalação residencial em Angicos/RN, com base na NBR 5410:2004**. Monografia (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos. 2013.
- PEREIRA, José H. A. **A gestão eficiente de projetos de instalações elétricas para edificações**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Gestão de Sistemas de Engenharia, Universidade Católica de Petrópolis. Petrópolis. 2016.
- ARAÚJO, Francisco J. S. **Análise das instalações elétricas do IFBA – Campus de Paulo Afonso e adequação às normas vigentes**. Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia. Paulo Afonso, 2016.
- BRASIL. ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa Nº 414 de 9 de setembro de 2010**. Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/documents/656877/14486448/bren2010414.pdf>>. Acesso em: 12 de maio de 2021.
- CLAMPER. **Loja Clamper**, 2021. DPS Classe II Clamper Front 45kA. Disponível em: <<https://www.lojaclamper.com.br/clamper-front-45ka/p>>. Acesso em: 12 de maio de 2021.
- INDUSCABOS. **Induscabos Condutores Elétricos**, 2020. Você sabe qual a função da isolação e a diferença entre PVC, HEPR e XLPE? Disponível em: <https://www.induscabos.com.br/tipo_de_isolacao_e_funcoes/>. Acesso em: 12 de outubro de 2020.
- LOJA ELÉTRICA LTDA. **Loja Elétrica**, 2021. Caixa para montagem plástica tampa opaca 300x200x130 913401 Cemar. Disponível em: <<http://www.lojaeletrica.com.br/caixa-para-montagem-plastica-tampa-opaca-300x200x130-913401-cemar,product,2141004050085,dept,0.aspx>>. Acesso em: 12 de maio de 2021.
- ANHANGUERA FERRAMENTAS. **Anhanguera ferramentas**: Soluções industriais, 2021. Botoeira Liga/Desliga em caixa plástica 2p 30a 250v Cs-102 C1A1FEMP Margirius. Disponível em: <<https://www.anhangueraferramentas.com.br/produto/botoeira-liga-desliga-em-caixa-plastica-2p-30a-250v-cs-102-c1a1femp-margirius-108414>>. Acesso em: 12 de maio de 2021.

ABRACOPEL. Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade. **Anuário estatístico de acidentes de origem elétrica 2021 – ano base 2020**. Disponível em: <<https://abracopel.org/blog/um-evento-para-la-de-esperado/>>. Acesso em: 12 de maio de 2021.

SIEMENS. **Dispositivos de Proteção contra Surtos - DPS 5SD7**: A solução contra raios e sobretensões transitórias. Disponível em <www.siemens.com.br/protecao>. Acesso em: 12 de maio de 2021.

EQUATORIAL ENERGIA. **NT 001 -Fornecimento de energia elétrica em baixa Tensão**. Disponível em: < <https://pi.equatorialenergia.com.br/institucional/normas-tecnicas/>>. Acesso em: 12 de maio de 2021.

NERY, Noberto. **Instalações elétricas: princípios e aplicações**. 2^a ed. São Paulo: Érica, 2012.