

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

WANDRESSA MACHADO MORO

**ESTUDO DE CASO: PROJETO E ANÁLISE AO IMPACTO DA ELETRIFICAÇÃO
RURAL NO DESENVOLVIMENTO DE UMA PROPRIEDADE NA REGIÃO DE
BAGÉ/RS**

BAGÉ

2021

WANDRESSA MACHADO MORO

**ESTUDO DE CASO: PROJETO E ANÁLISE AO IMPACTO DA ELETRIFICAÇÃO
RURAL NO DESENVOLVIMENTO DE UMA PROPRIEDADE NA REGIÃO DE
BAGÉ/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Energia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia.

Orientador: Fabio Luis Tomm

BAGÉ

2021

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais)

M867e Moro, Wandressa Machado

Estudo de caso: projeto e análise ao impacto da
eletrificação rural no desenvolvimento de uma
propriedade na região de Bagé/RS / Wandressa Machado
Moro.

94 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)--
Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA DE
ENERGIA, 2021.

"Orientação: Fabio Luis Tomm".

1. Energia elétrica. 2. propriedade rural. 3.
Viabilidade econômica. 4. Eficiência energética. 5.
Qualidade de vida. I. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal do Pampa

WANDRESSA MACHADO MORO

**ESTUDO DE CASO: PROJETO E ANÁLISE AO IMPACTO DA ELETRIFICAÇÃO RURAL NO
DESENVOLVIMENTO DE UMA PROPRIEDADE NA REGIÃO DE BAGÉ/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de
Engenharia de Energia da
Universidade Federal do Pampa,
como requisito parcial para o
Título de Bacharel em Engenharia
de Energia.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 30 de Setembro de 2021.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Fábio Luis Tomm

Orientador

UNIPAMPA

Prof. Dr. Enoque Dutra Garcia
UNIPAMPA

Prof. Dr. Jocemar Biasi Parizzi
UNIPAMPA



Assinado eletronicamente por **FABIO LUIS TOMM, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 01/10/2021, às 10:36, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **ENOQUE DUTRA GARCIA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 04/10/2021, às 14:35, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **JOCEMAR BIASI PARIZZI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 21/10/2021, às 10:26, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0625980** e o código CRC **A16E23B7**.

AGRADECIMENTO

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por me ajudar a ultrapassar mais este obstáculo.

Ao meu pai, à minha irmã e ao meu namorado que me incentivaram sempre seguir em frente, mesmo quando eu não acreditava em mim. Aos meus amigos por acreditarem em mim e não me deixarem desistir, me dando forças e suporte, em especial Maria Helena Pinto, Camila Mazzini, Layse de Paula, Ingrid Caneca e Rodrigo Buroni, aos meus colegas de graduação, que de alguma forma contribuíram para minha formação.

Aos professores do curso pelos ensinamentos passados a mim, em especial ao Prof. Dr. Fabio Luis Tomm pela orientação, pela ajuda na definição do tema e pelas diversas reuniões online e por ter sido minha inspiração na área escolhida desde a realização da disciplina de instalações elétricas, ao Prof. Dr. Luciano Taveira, por ter me acompanhado até projeto 3 e pela sua dedicação.

À empresa Engecmeel, em especial ao Caio Ferreira pela oportunidade de estágio e pelo apoio nessa etapa.

À Universidade Federal do Pampa pela oportunidade da realização desse curso, pelo conhecimento e por me proporcionar uma formação, contribuindo na minha carreira profissional.

Por fim, agradeço a todos que estiveram envolvidos de alguma maneira na elaboração deste trabalho.

“Há uma força motriz mais poderosa que o vapor, a eletricidade e a energia atômica: a vontade”.

Albert Einstein

RESUMO

O presente trabalho visa disponibilizar energia elétrica com ótima relação benefício por custo para uma propriedade rural e analisar cenários que possam ser implantados no futuro, enfatizando a viabilidade econômica, eficiência energética e desenvolvimento socioeconômico. O referente estudo de caso foi realizado em uma propriedade rural na região de Bagé, no qual, a escolha do local se deu a partir da apresentação sobre o assunto em entidades de classe do meio ruralista, onde procurava-se um local com pouco tempo de energia ou que ainda não possuía. Foi realizada uma visita na propriedade para realizar o levantamento de dados da situação na qual a mesma se encontrava, assim foi possível verificar que a propriedade não tem acesso à energia elétrica e além disso, possui vários colaboradores, dificultando a qualidade de vida dos mesmos e para a geração de energia elétrica é utilizado um gerador de energia à diesel. Com base nesses dados foi elaborado uma metodologia de abordagem dos problemas elencados. No projeto luminotécnico utilizou-se a NBR 8995-1:2013, onde está, trata dos padrões de iluminação. No projeto elétrico residencial utilizou-se a NBR 5410:2004 que estabelece as condições mínimas que uma instalação elétrica de baixa tensão deve compreender. No projeto monofásico e trifásico, utilizou-se as normas da concessionária da região, sendo que a rede trifásica foi elaborada para atender uma carga de pivô central, como método de irrigação. Também foi realizado o dimensionamento do sistema solar fotovoltaico, na qual foi utilizado a irradiação média solar da propriedade e o consumo médio energético do local. Verificou-se que houve uma redução considerável do custo com energia, utilizando o sistema solar e para os projetos monofásico e trifásico obteve-se os custos de implantação, sendo que somente com o projeto monofásico houve uma alta redução no custo em comparação com a situação atual e no projeto trifásico com o uso do pivô central, demonstrou-se viável a partir da análise do valor presente líquido.

Palavras – chaves: energia elétrica. propriedade rural. viabilidade econômica. eficiência energética. qualidade de vida.

ABSTRACT

The following paper aims to offer a great benefit by the cost of electric energy relative to a rural property and to analyze scenarios which may be implanted in the future, emphasizing the economic feasibility, energetic efficiency and socioeconomic development. The present case study was held in a rural property in the region of Bagé, in which the choice of the location was based on the subject's presentation in rural class entities, where there was a search for a place with little energy time or didn't yet have it. A visit in the property was made to gather data about the situation in which the land was, so it was possible to verify that the acreage doesn't have access to electric energy and, furthermore, there are a lot of contributors, difficulting the life quality of the same and for generating electric energy a diesel power generator is used. Based on these data a methodology for approaching the listed problems was elaborated. In the lighting project the NBR 8995-1:2013 was used, where it deals with lighting standards. In the residential electrical project, NBR 5410:2004 was used, which establishes the minimum conditions that a low-voltage electrical installation must include. In the single-phase and three-phase project, the norms of the concessionaire in the region were used, and the three-phase network was designed to meet a central pivot load, as an irrigation method. The dimensioning of the photovoltaic solar system was also carried out, in which the average solar irradiation of the property and the average energy consumption of the place were used. It was found that there was a considerable reduction in the cost of energy, using the solar system and for the single-phase and three-phase projects, the implementation costs were obtained, and only with the single-phase project there was a high reduction in cost compared to the situation current and in the three-phase project with the use of the center pivot, it proved to be feasible from the analysis of the net present value.

Key words: electric energy. rural property. economic viability. energy efficiency. quality of life.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura do setor elétrico brasileiro.....	18
Figura 2 – Diagrama unifilar de sistema elétrico de potência.....	20
Figura 3 – Alguns elementos da rede de distribuição.....	22
Figura 4 – Diagrama unifilar da Figura 3.....	22
Figura 5 – Matriz Elétrica Brasileira 2019.....	23
Figura 6 – Evolução da fonte solar FV no Brasil.....	25
Figura 7 – Pivô central.....	33
Figura 8 – Localização da propriedade rural.....	34
Figura 9 – Área de Concessão CEEE Equatorial Energia.....	35
Figura 10 – Imagem da fachada da Residência do local.....	36
Figura 11 – Planta baixa da residência.....	37
Figura 12 – Metodologia do estudo de caso.....	38
Figura 13 – Fluxograma da metodologia adotado para o projeto elétrico monofásico.....	43
Figura 14 – Traçado escolhido.....	44
Figura 15 – Estrutura U1.....	45
Figura 16 – Estrutura U2.....	46
Figura 17 – Estrutura U3.....	47
Figura 18 – Estrutura U4.....	47
Figura 19 – Estrutura monobucha.....	48
Figura 20 – Estaiamento com âncora.....	48
Figura 21 – Fluxograma da metodologia adotado para o projeto elétrico.....	50
Figura 22 – Estrutura N1.....	51
Figura 23 – Estrutura N2.....	52
Figura 24 – Estrutura N3.....	52
Figura 25 – Estrutura N4.....	53
Figura 26 – Residência projetada no Software Dialux.....	55
Figura 27 – Distribuição da iluminância no dormitório 1.....	56
Figura 28 – Distribuição da iluminância no dormitório 2.....	56
Figura 29 – Distribuição da iluminância na oficina.....	57
Figura 30 – Distribuição da iluminância no Banheiro.....	57

Figura 31 – Distribuição da iluminância no Depósito.....	58
Figura 32 – Distribuição da iluminância na sala e na cozinha.....	58
Figura 33 – Projeto elétrico residencial.....	60
Figura 34 – Legenda projeto elétrico residencial.....	61
Figura 35 – Diagrama Unifilar.....	61
Figura 36 – Diagrama unifilar da rede monofásica.....	65
Figura 37 – Subestação em poste simples com medição abrigada.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Investimento do gerador de energia a diesel.....	36
Tabela 2 – Potência para as respectivas lâmpadas utilizadas.....	59
Tabela 3 – Quadro de cargas residencial.....	62
Tabela 4 – Tabela de elos fusíveis conforme a potência do transformador.....	64
Tabela 5 – Para-raios de acordo com a tensão nominal da RDR.....	64
Tabela 6 – Lista de materiais da rede monofásica.....	66
Tabela 7 – Elos fusíveis de acordo com a potência do transformador.....	67
Tabela 8 – Dimensionamento até 300 kVA.....	68
Tabela 9 – Lista de materiais da rede trifásica.....	70
Tabela 10 – Financiamento Moderinfra do Banco do Estado do Rio Grande do Sul.....	71
Tabela 11 – Safra 2021/2021.....	72
Tabela 12 – Estimativa sem pivô.....	73
Tabela 13 – Estimativa com pivô.....	73
Tabela 14 – Despesa do pivô central.....	74
Tabela 15 – VPL E Fluxo de caixa.....	74
Tabela 16 – Consumo energético residencial.....	75
Tabela 17 – Consumo e geração anual.....	77
Tabela 18 – Comparação de custos da rede elétrica monofásica com o uso do gerador à diesel.....	79
Tabela 19 – Comparativo de custo com e sem GD.....	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Grau de iluminância conforme o ambiente, tarefa ou atividade.....	39
Quadro 2 – Iluminância do entorno imediato conforme iluminância da tarefa.....	39
Quadro 3 – Tipos de linhas elétricas.....	40
Quadro 4 – Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D.....	41
Quadro 5 – Resistência e Reatância Indutiva de Fios e Cabos Isolados em PVC, EPR e XPLE e Conduitos Fechados (Valores em Ω/km).....	42
Quadro 6 – Quadro de distribuição - Espaço de reserva.....	43
Quadro 7 – Resultados obtidos no Software Dialux.....	55
Quadro 8 – Características das lâmpadas LED.....	59
Quadro 9 – Dimensionamento da entrada de serviço.....	63
Quadro 10 – Preço por kWh para suas respectivas tarifas.....	77

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

CEEE – Companhia Estadual de Energia Elétrica

CEs – Cooperativas de Eletrificação

DEC – Duração equivalente de interrupção por unidade consumidora

DIC – Duração de interrupção individual por unidade consumidora

DICRI – Duração da Interrupção Individual ocorrida em Dia Crítico

DMIC – Duração máxima de interrupção contínua

DRC – Duração relativa de transgressão de tensão crítica

DRP – Duração relativa de transgressão de tensão precária

FD – Fator de desequilíbrio

FEC – Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora

FIC – Frequência de interrupção individual por unidade consumidora

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MME – Ministério de Minas e Energia

NBR – Norma Brasileira

PBE – Programa de etiquetagem em edificações

PCH's – Pequenas Centrais Hidrelétricas

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PRODIST – Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional

RIC – Regulamento de Instalações Consumidoras

VTCD – Variação de Tensão de Curta Duração

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVOS.....	17
2.1	Objetivo geral.....	17
2.2	Objetivos específicos.....	17
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
3.1	Sistema elétrico de potência.....	18
3.2	Energia.....	23
3.2.1	Fontes de energia alternativas.....	24
3.2.1.1	Energia solar.....	24
3.2.1.1.1	Energia fotovoltaica.....	25
3.3	Eletrificação rural.....	28
3.4	Eficiência energética.....	31
3.5	Aplicação de energia elétrica no campo.....	32
4	METODOLOGIA.....	34
4.1	Análise do cenário atual.....	35
4.2	Projeto luminotécnico.....	38
4.3	Projeto elétrico residencial.....	39
4.4	Projeto elétrico monofásico.....	43
4.5	Projeto elétrico trifásico.....	49
4.6	Dimensionamento do sistema solar.....	53
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
5.1	Projeto luminotécnico.....	55
5.2	Projeto elétrico residência.....	60
5.3	Projeto elétrico monofásico.....	63
5.3.1	Orçamento do monofásico.....	65
5.4	Projeto elétrico trifásico.....	67
5.4.1	Orçamento do trifásico.....	69
5.4.2	Análise de investimento.....	71
5.5	Dimensionamento do sistema solar.....	75
5.6	Discussão geral.....	78

6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
	REFERÊNCIAS.....	83
	APÊNDICE A.....	92
	APÊNCIDE B.....	93

1 INTRODUÇÃO

Desde o surgimento da energia elétrica, nos meados do século XIX, ela se tornou um meio fundamental para o desenvolvimento social e econômico do país, aumentando a dependência por eletricidade, além disso, a eletricidade é um meio importante por prover diversos benefícios à sociedade, seja no cotidiano, como iluminação, armazenamento de alimentos, entre outros, ou seja, no ramo industrial, científico, tecnológico e agrícola.

Entretanto, com o surgimento da energia elétrica, concentrou-se uma maior atenção nas grandes cidades e indústrias, desprezando o meio rural. Assim, algumas propriedades ainda enfrentam o entrave na utilização de meios tecnológicos que proporcionam o desenvolvimento sustentável e econômico por não possuírem energia elétrica em pleno século XXI, estes problemas estão relacionados ao custo alto de instalação, investimento a longo prazo de retorno para concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica e para as cooperativas de eletrificação rural.

Através disso, o Governo Federal no ano de 2003 desenvolveu um programa de eletrificação rural para aumentar o número de propriedades rurais com energia elétrica, com o objetivo de atingir a universalização do serviço de energia elétrica. Conforme a Empresa de Pesquisa Energética, até o ano de 2019, o Programa Luz para Todos atingiu 16,5 milhões de pessoas já contempladas pelo programa. No estado do Rio Grande do Sul, a meta do programa foi praticamente atingida, mas ainda há propriedades que sofrem com essa barreira, acarretando diversos problemas tanto na qualidade de vida como na área de atividade rural. Esse programa trouxe diversos benefícios para aqueles que ainda não possuíam energia elétrica, como, redução da pobreza, abastecimento de água, saneamento básico, melhoria na saúde, educação, acesso à internet, geração de empregos, utilização de eletrodomésticos, entre outros.

Portanto, o presente trabalho irá apresentar cenários visando o crescimento econômico da propriedade, levando em consideração os custos, enfatizando a eficiência energética em ambos, melhores condições de qualidade de vida e a utilização de fontes alternativas, como a energia solar, na qual pode ser utilizada para

a geração de energia elétrica, reduzindo a demanda por energias provenientes de combustíveis fósseis. Além disso, um dos cenários a ser explorado neste trabalho é aplicação de um pivô central, como método de irrigação. Conforme a Emater/RS, a irrigação é uma forma de produção segura, promovendo estabilidade para o produtor rural e ainda no estado do Rio Grande do Sul, este método apresenta apenas 80 mil hectares de área irrigada por pivô central, mas para a aplicação deste cenário é necessário a presença de energia elétrica, demonstrando-se que a partir dela é possível o desenvolvimento socio – econômico e sustentável.

A partir disso, o referente estudo de caso foi realizado em uma propriedade rural, localizada na região de Bagé/RS, na qual ainda não possui acesso à eletricidade, uma vez que a concessionária de distribuição da região não pode negar o fornecimento de energia elétrica conforme a resolução normativa nº 414 de 9 de setembro de 2010, porém quando é negado este fornecimento, usando como justificativas longas distâncias, o consumidor pode entrar em contato com a ouvidoria da distribuidora. Contudo, esse déficit dificulta a qualidade de vida, como utilização de eletrodomésticos, chuveiro elétrico, falta de abastecimento de água, dificuldade na manutenção de equipamentos, permanência dos colaboradores, entre outros. A estrutura do trabalho está dividida em seis seções, introdução, objetivos, referências bibliográficas, metodologia, resultados e discussão e considerações finais.

Na seção um, encontra-se a definição do tema em linhas gerais e justificativa da escolha, na seção dois encontra-se os objetivos, incluindo objetivos gerais e específicos.

Na seção três apresenta o referencial teórico, contendo todo o contexto sobre sistemas elétricos de potência, surgimento da energia elétrica, fontes alternativas de energia, eletrificação rural, eficiência energética e aplicação da energia elétrica no campo.

Na seção quatro aborda a metodologia desenvolvida para a realização dos projetos e análises, descrevendo as etapas desenvolvidas. Na seção cinco é apresentado os resultados obtidos a partir da realização dos projetos e demais análises.

Na seção cinco descreve-se as considerações finais deste estudo de caso e as sugestões para trabalhos futuros.

Lembrando que o Engenheiro de Energia pode atuar nas atividades que estão relacionadas a rede de distribuição, segundo a resolução nº 1.076 de 5 de julho de 2016, o Art. 3º.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral do estudo é avaliar cenários de desenvolvimento de atividades e recursos com a conexão da rede de energia elétrica para uma propriedade rural na região de Bagé/RS, analisando os impactos na qualidade de vida e no desenvolvimento de atividades agrícolas e produtivas.

2.2 Objetivos específicos

Esse trabalho tem como objetivos específicos:

- Análise de cenários produtivos focados no desenvolvimento energético;
- Eficientização energética em instalações elétricas;
- Cálculo de cargas em cenário atual e futuros;
- Dimensionamento de sistema solar fotovoltaico;
- Projeto de eletrificação rural e iluminação; e
- Estudo de viabilidade econômica.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Sistema elétrico de potência

O sistema elétrico de potência é um sistema que conecta os consumidores e os produtores de energia com o objetivo de suprir a demanda necessária para atendê-los, assim essa energia é levada até eles por meio de linhas de transmissão e distribuição, tornando-se um dos sistemas mais complexos desde o surgimento da eletricidade (SILVA, 2019).

Desde o surgimento da energia elétrica, o setor brasileiro sofreu várias mudanças, anteriormente a mesma empresa era responsável pela geração, transmissão, distribuição e comercialização e a partir do processo de desverticalização do setor, cada atividade é atendida por uma única empresa, gerando maior qualidade e aumentando a competição entre elas (SILVA, 2019).

Figura 1 – Estrutura do setor elétrico brasileiro



Fonte: Silva (2019)

Na Figura 1, está representado a estrutura do Sistema Elétrico Brasileiro, onde o Ministério de Minas e Energia tem como um dos objetivos, monitorar a implementação das ações do Governo Federal e projetos de eletrificação rural, o Conselho Nacional de Política Energética apresenta como objetivo assessorar nos

conjuntos de ideias em relação as políticas energéticas. O Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico tem como principal função manter a continuidade do suprimento de energia, já a Empresa de Pesquisa Energética elabora estudos e pesquisas que possam ajudar no planejamento do setor elétrico. O Operador Nacional do Sistema é o órgão que coordena e controla as operações de geração, transmissão e distribuição. A Agência Nacional de Energia Elétrica é o órgão que regulariza e fiscaliza o setor elétrico brasileiro e por fim, o último órgão que compõem a estrutura do setor é a Câmara de Comercialização de energia elétrica, na qual é responsável pelos contratos de compra e venda de energia no ambiente de negociação (SILVA, 2019).

No Brasil, a matriz elétrica é predominante por fontes hidrelétricas, sendo assim, a transformação de energia hidráulica em elétrica é denominada geração, lembrando que geralmente as fontes geradoras (centros de produção) se concentram longe dos centros consumidores. Para que a energia chegue até esses centros, é preciso o transporte da mesma, portanto, esse transporte é feito pelas linhas de transmissão. A geração no Brasil é produzida em tensões de 6,9 kV até 30 kV (VASCONCELLOS, 2017). Para que não haja perda no caminho do transporte da energia até os consumidores, essa energia passa por um sistema de elevação, sendo transportada em altas tensões. Logo quando essa energia chega nos centros de consumo, ela passa por um rebaixamento de tensão nas subestações, para que seja possível o transporte em linhas de distribuição dentro dos padrões de tensão, esse rebaixamento é realizado por transformadores e por fim chega até os usuários (KAGAN; OLIVEIRA; ROBBA, 2010).

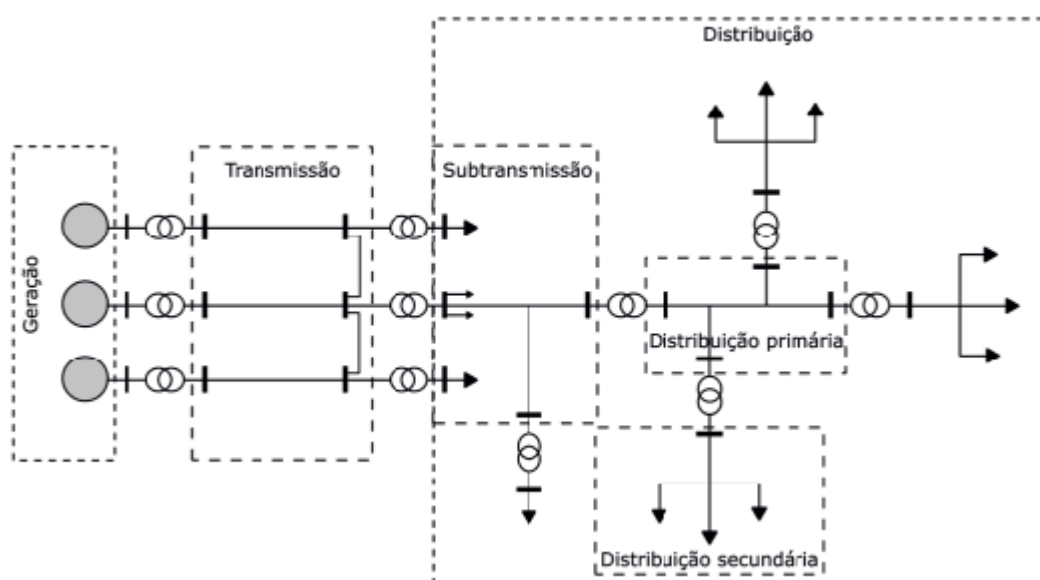
Como já citado anteriormente, o sistema elétrico de potência é composto por geração, transmissão e distribuição para que seja possível o fornecimento de energia elétrica para grandes ou pequenos consumidores. Ou seja, apresentam como objetivo, a entrega da energia elétrica quando demandada, sempre disponível para o usuário, com qualidade, flexibilidade e segurança (KAGAN; OLIVEIRA; ROBBA, 2010).

Conforme a Figura 2, além da geração e transmissão, há a distribuição, esta é composta pelos sistemas de subtransmissão que levam energia das subestações de subtransmissão para as subestações de distribuição, e estas têm a função de levar

energia para as linhas de distribuição em uma tensão de rede primária. Por fim, é composta pela distribuição secundária, que através dos transformadores que compõem a distribuição primária rebaixam essa tensão para a rede secundária, ou seja, a rede é composta por vários elementos até chegar uma energia de qualidade aos níveis regulamentados ao consumidor (KAGAN; OLIVEIRA; ROBBA, 2010).

Como o Sistema Elétrico de Potência é muito abrangente, neste trabalho será delimitado em sistemas de distribuição e não será levado em consideração os sistemas de geração, transmissão e subtransmissão de energia.

Figura 2 – Diagrama unifilar de sistema elétrico de potência



Fonte: Kagan; Oliveira; Robba (2010)

As redes de distribuição são divididas em rede primária (média tensão) ou secundária (baixa tensão), sendo que a tensão de operação da primária é de 2,3kV à 44kV, já na rede secundária, a tensão de operação varia entre 110V à 440V, dependendo da região do país (BARROS; BORELLI; GEDRA, 2014).

Estas redes geralmente são trifásicas, tanto a secundária como a primária, sendo que a rede que chega ao consumidor pode variar de monofásica, bifásica ou trifásica, dependendo da quantidade de carga necessária (CREDER, 2007).

Segundo Barros, Borelli e Gedra (2014), há quatro tipos de rede, sendo rede de distribuição aérea convencional, rede de distribuição aérea compacta, rede de distribuição aérea isolada e rede de distribuição subterrânea.

- Rede de distribuição aérea convencional: Composta por condutores nus ou condutores revestidos, apresentando como desvantagem a ocorrência de curto-circuito frequentes, pois a mesma não possui isolação.
- Rede de distribuição aérea compacta: Diferente da rede convencional, esse tipo de rede apresenta uma isolação para a proteção do cabo (devido a vegetação), além disso possui menores perturbações.
- Rede de distribuição aérea isolada: Nesse caso, os condutores são isolados.
- Rede de distribuição subterrânea: Como o próprio nome já diz, esse tipo de rede é instalado abaixo do solo, possuindo uma maior confiabilidade, pois não sofrem com as mudanças climáticas, como temporais, porém o custo dessa rede é elevado.

As redes de distribuição, principalmente são compostas pelas estruturas, transformadores e equipamentos que tenham como objetivo proteção e manobra. As estruturas são compostas por postes de concreto ou de madeira, cruzetas, isoladores, cabos, entre outros (KAGAN; OLIVEIRA; ROBBA, 2010).

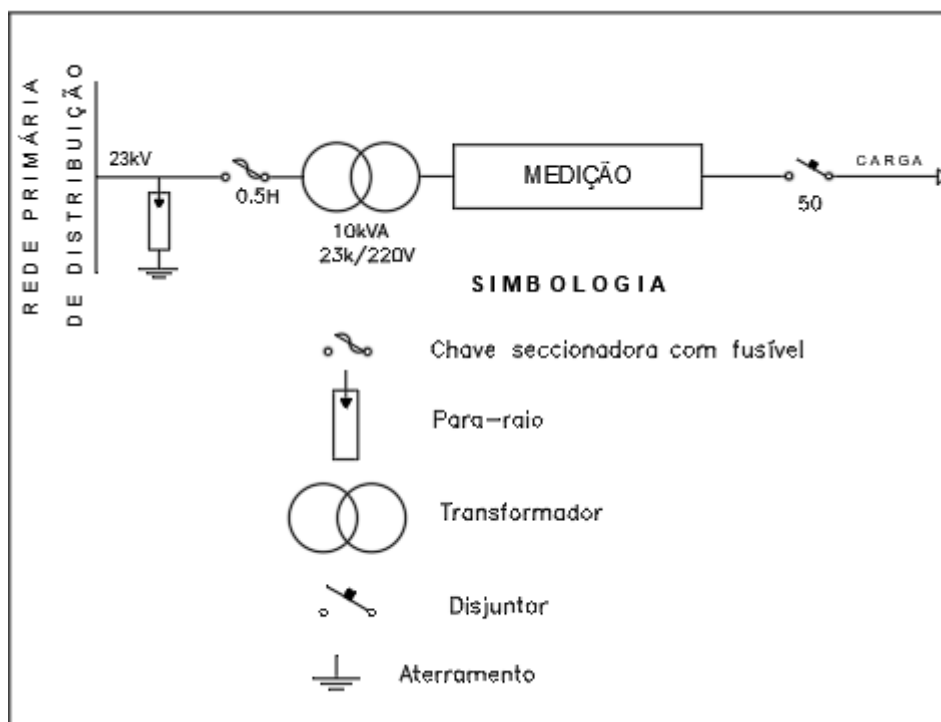
Os principais equipamentos de manobra e proteção são chaves fusíveis, chave faca, religadores e no processo de transformação são utilizados transformadores monofásicos, bifásicos ou trifásicos (BARROS; BORELLI; GEDRA, 2014). Na Figura 3, está representado alguns equipamentos que são utilizados na rede de distribuição. Na Figura 4 é demonstrado o diagrama unifilar da Figura 3, realizado conforme se representa na concessionária da região.

Figura 3 – Alguns elementos da rede de distribuição



Fonte: Autora (2021)

Figura 4 – Diagrama unifilar da Figura 3



Fonte: Autora (2021)

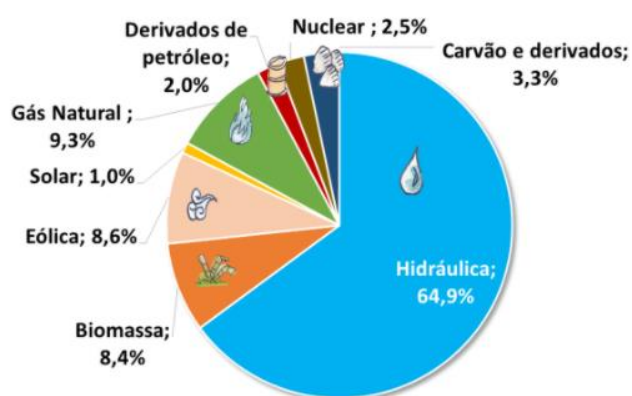
3.2 Energia

Energia é um dos ingredientes fundamentais para a sobrevivência da sociedade. No passado, a energia era utilizada para atividades domésticas e para aquecimento, a mesma era extraída das madeiras encontradas nas florestas, mas com o decorrer do tempo, a necessidade por energia foi crescendo, tornando outras fontes de energia indispensáveis, como combustíveis fósseis, no qual estes contribuem para o efeito estufa (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

Mas somente no século XIX, houve o surgimento da energia elétrica no Brasil, aumentando a dependência da sociedade por eletricidade, sendo que o Brasil é um grande consumidor e produtor de energia com características diversificadas em relação a suas fontes. Já no século XX, ocorreu um grande crescimento no consumo de energia pela população, onde o petróleo, carvão e o gás natural dominaram o sistema energético, ocasionando o desenvolvimento na indústria (CPFL ENERGIA, 2011).

Diferente dos outros países, o Brasil apresenta uma matriz elétrica predominante de fontes renováveis, apresentando como principal fonte as hidrelétricas, representando 64,9%, da matriz e uma matriz energética com um percentual de 46,2 % de fontes renováveis, sendo um valor significativo para estimular investimentos nessas fontes (EPE, 2020).

Figura 5 – Matriz Elétrica Brasileira 2019



Fonte: EPE (2020)

3.2.1 Fontes de energia alternativas

Percebendo todos os problemas que as fontes não-renováveis de energia acarretam para o meio ambiente, como o aumento da concentração do dióxido de carbono, surgiu o interesse pelas fontes renováveis, no qual anteriormente usava-se energia sem pensar na eficiência e na sustentabilidade (CPFL, 2011). Essa preocupação também se sucedeu após o Acordo de Paris, um ato importante que estabelece níveis controlados de emissão de dióxido de carbono, através disso, a busca por esse objetivo avançou os investimentos e a utilização por fontes alternativas, tornando-se fundamental para o desenvolvimento sustentável (NEVES; ROCHA, 2021).

As fontes alternativas de energia geralmente possuem pequeno impacto ambiental e os recursos utilizados são frequentemente inesgotáveis, onde as fontes mais conhecidas atualmente são: Energia hidrelétrica, energia solar, energia eólica, energia do mar e biomassa (NASCIMENTO; ALVES, 2016). Mas muitas vezes há insegurança no sistema energético da dependência das condições climáticas.

A energia solar pode ser utilizada diretamente para aquecimento ou transformada para elétrica, reduzindo a demanda por energia proveniente de combustíveis fósseis, já a energia eólica vem ganhando um grande destaque no Brasil, por ser uma fonte que emprega materiais que agridem menos a natureza (PACHECO, 2006).

O grande incentivo por fontes renováveis se deu a partir do programa criado pelo Governo Federal em 2002, chamado de programa de incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), incluindo eólica, solar, biomassa e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) (ANEEL, 2015a).

3.2.1.1 Energia solar

Como já mencionado acima sobre a insegurança nas condições climáticas, ou seja, na dependência das hidrelétricas, o Brasil vem buscando por tecnologias que provêm da energia solar. Sendo assim, energia solar é uma das alternativas

energéticas provenientes do sol, uma fonte renovável e inesgotável, tornando-se uma fonte promissora no atual cenário (PEREIRA, 2017).

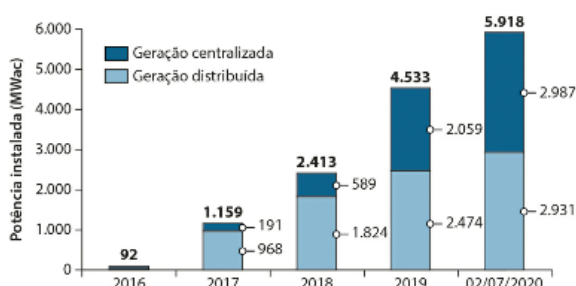
A energia obtida do sol é denominada energia solar, essa energia chega à terra através da radiação eletromagnética e pode ser utilizada de forma térmica ou elétrica, como aquecimento de água para banho, piscinas, lavadora de roupas por meio de coletores solares ou energia fotovoltaica para a geração de energia elétrica. Através disso é possível realizar o aproveitamento do sol de forma passiva ou ativa. Na forma passiva, encontra-se a solar fotovoltaica e a arquitetura bioclimática, já na forma ativa, encontra-se a solar térmica e a solar termelétrica (CEMIG, 2012).

3.2.1.1.1 Energia fotovoltaica

A energia fotovoltaica é adquirida através de módulos fotovoltaicos, isto é, um conjunto de células, constituídas por um material semicondutor que realiza a conversão da luz que incide no módulo em eletricidade, atualmente existem vários tipos de células fotovoltaicas inseridas no mercado, como: silício cristalino (mais utilizada), silício monocristalino, silício policristalino, entre outras tecnologias (PINHO; GALDINO, 2014).

Essa energia cada dia vem apresentando maior desenvolvimento, tendo uma participação considerável na matriz elétrica brasileira, como pode ser observado na Figura 6, onde há uma evolução tanto na geração centralizada quanto na geração distribuída.

Figura 6 – Evolução da fonte solar FV no Brasil



Fonte: Ruiz; Scaramucci; Dabus; Rabassa (2021)

A geração distribuída é uma modalidade de geração de energia solar fotovoltaica, sendo que esta é executada próximo ao ponto de entrega da energia elétrica dos consumidores e a geração centralizada é constituída por grandes fontes geradoras e, além disso, são construídas distante dos consumidores, necessitando de redes de transmissão para levar energia elétrica aos pontos de entrega (NEVES; ROCHA, 2021).

Segundo o Cresesb (2006) há três tipos de sistema fotovoltaico:

- Sistemas isolados: Conhecidos como off grid, são sistemas que não utilizam a rede elétrica para se conectar, mas necessitam de baterias para o armazenamento de energia;
- Sistemas híbridos: São aqueles providos do sistema off-grid e o sistema on-grid, como por exemplo, quando houver uma falta de energia da rede convencional, há a opção de fornecimento de energia por outras fontes alternativas, no qual a energia foi armazenada em baterias.
- Sistemas interligados à rede ou sistema fotovoltaico on grid: Nesse sistema não há a utilização de baterias, pois a energia gerada pelos painéis é injetada diretamente na rede da concessionária, criando créditos para o consumidor.

Como descrito acima, os créditos gerados pelos painéis fotovoltaicos são regulamentados pela Resolução Normativa Aneel nº 482/2012, esta resolução estabelece as condições gerais para o acesso a geração distribuída e regulamenta as condições de créditos de energia injetados na rede da concessionária, ou seja, qualquer pessoa pode gerar sua própria energia, assim essa normativa é uma das formas de incentivo à energia solar (ANEEL, 2012).

A Resolução Normativa Aneel nº482/2012 define:

I – microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;

II – minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75kW e menor ou igual a 5MW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;

III – sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa (ANEEL, 2012, p. 01).

A partir da Resolução Normativa Aneel n° 687/2015 (alterou a Resolução Normativa Aneel n° 482/2012), a compensação de energia pode ocorrer no prazo de até 60 meses, ou seja, se ainda existir créditos depois desse limite, eles serão expirados e o excedente de energia é a diferença entre a energia injetada na rede da concessionária e a energia consumida de forma positiva (ANEEL, 2015b).

Quando o excedente de energia não for utilizado na própria consumidora, o mesmo pode ser utilizado em outras unidades consumidoras, desde que estejam na mesma titularidade e que se enquadram no sistema de geração compartilhada, autoconsumo remoto e empreendimento com múltiplas unidades consumidoras (ANEEL, 2015b).

A Resolução Normativa Aneel n° 687/2015 define:

I – empreendimento com múltiplas unidades consumidoras: caracterizado pela utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado constitui uma unidade consumidora distinta, de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento, com microgeração ou minigeração distribuída, e desde que as unidades consumidoras estejam localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas, sendo vedada a utilização de vias públicas, de passagem aérea ou subterrânea e de propriedades de terceiros não integrantes do empreendimento;

II – geração compartilhada: caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada;

III – autoconsumo remoto: caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada (ANEEL, 2015b, p. 02).

A energia fotovoltaica também é uma solução para aqueles lugares que ainda não possuem energia elétrica, as vezes por difícil acesso, portanto há um crescimento considerável dessa alternativa como sistemas isolados. Segundo a Absolar (2018) a partir dos benefícios da fotovoltaica, o campo despertou interesse por essa tecnologia, esta traz benefícios principalmente para áreas mais restritas, melhorando a produção.

Principalmente utilizada para irrigação, bombeamento de água para o abastecimento de água para os animais, entre inúmeros benefícios que essa energia proporciona para o homem do campo, resultando uma solução viável para esses consumidores que sofriam com essa falta, tornando-se autossuficiente. Para aqueles que já possuem energia elétrica, o principal atrativo é a redução da conta de luz. E para aqueles que vivem em zonas rurais de difícil acesso, além de trazer todas essas vantagens já citadas, contribuem por um país mais sustentável, deixando de utilizar geradores, conseqüentemente reduzindo o custo e a poluição ao meio ambiente.

Lembrando que mesmo para consumidores que possuem a geração distribuída, sempre há um custo de disponibilidade segundo a classificação do consumidor, monofásico (30 kWh), bifásico (50 kWh) e trifásico (100 kWh). Esse custo de disponibilidade é a taxa em que a concessionária cobra por disponibilizar o uso da energia (ANEEL, 2010).

3.3 Eletrificação rural

Considera-se eletrificação rural a realização de serviços de distribuição e transmissão de energia elétrica designada aos consumidores que residem em áreas fora do centro urbano ou em aglomerados populacionais com mais de 2500 habitantes e que estejam associados a atividades agrícolas ou consumidores ligados a qualquer atividade, porém com carga menor ou igual à 45 kVA (BRASIL, 1968).

A eletrificação rural possui um significado importante para a comunidade rural, seja para qualidade de vida, seja para o desenvolvimento econômico e sustentável da região, pois valoriza o trabalho do homem, incentivando o setor agrícola do país e apresentando oportunidades e direitos iguais para todos. Porém, desde o surgimento da energia elétrica, concentrou-se uma maior atenção nas grandes indústrias e cidades, desprezando o meio rural (CRUZ; MOURAD; MORÍNIGO; SANGA, 2004).

Um dos fatores relacionados a dificuldade ao acesso de energia elétrica no meio rural é o custo alto para a instalação de redes de distribuição, por apresentar grandes extensões de rede até o consumidor final, além disso, muitas propriedades se encontram áreas ambientais complexas. Em 1941 foi criada a primeira cooperativa

de eletrificação rural do Brasil, localizada no estado do Rio Grande do Sul com intuito de gerar energia para uma pequena comunidade, dando incentivo à criação de novas cooperativas (FECOERGS, 2021).

Ou seja, na região Sul do Brasil, as cooperativas foram criadas por falta de interesse das concessionárias em atender o meio rural, havendo um aumento na criação de cooperativas por incentivo do Governo Federal, totalizando 19 CEs no estado do Rio Grande do Sul. A partir dos anos 90 com a complexidade do sistema elétrico, houve uma maior restrição nos investimentos atribuídos pelo Governo, afetando diretamente as cooperativas de eletrificação rural, tornando-se 15 CEs em atuação no estado atualmente (FECOERGS, 2021).

Somente com a criação da Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002 foi aonde iniciou um interesse maior para atingir a universalização dos serviços públicos de energia elétrica no Brasil, ou seja, tornar esse acesso comum à todas as pessoas. A partir da criação desta Lei, todas as pessoas que realizarem a solicitação pelo fornecimento de energia elétrica, as concessionárias são obrigadas a atendê-las (BRASIL, 2002).

Porém, para a realização desses serviços públicos de energia sem nenhum impedimento, a unidade consumidora deve apresentar algumas condições, segundo Aneel (2016):

- apresentar características de enquadramento no Grupo B;
- a carga instalada na unidade deve ser inferior ou igual à 50kW;
- que possa ser realizada em tensão inferior a 2,3kV, ainda que possua a necessidade de extensão da rede elétrica primária de tensão menor ou igual a 138kV; e
- o solicitante pelo fornecimento de energia não pode já ser atendido pela distribuidora da região.

Para esse atendimento foi criado a Resolução Normativa Aneel nº 223, de 29 de abril de 2003, impondo normas a serem seguidas pelas concessionárias nos planos de universalização criadas por elas e estabelecendo o ano limite para ser alcançado esses planos (ANEEL, 2016).

No ano de 2000, foi realizado o Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e foi verificado que em torno de 10 milhões de pessoas não eram contempladas com eletricidade, sendo assim, foi criado o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso de Energia Elétrica (Programa “Luz para Todos”), sendo o último programa empregado pelo Governo Federal (MME, 2003).

Esse programa iniciou no ano de 2003 com o objetivo de levar energia elétrica para aquelas famílias identificadas pelo IBGE, mas no decorrer da execução do projeto, várias famílias surgiram, nas quais não possuíam eletricidade, sendo assim o programa teve que ser prorrogado até o ano de 2010, atingindo cerca de 2 milhões de domicílios (MME, 2003).

Várias dificuldades foram encontradas durante a execução do programa, como a dificuldade de acesso aos domicílios, estradas, entre outros, portanto o programa foi novamente prorrogado até o ano de 2022 (MME, 2003).

Conforme o Decreto 7.520, de 8 de julho de 2011, as pessoas que tem direito ao programa “LUZ PARA TODOS” são as que residem no meio rural e ainda não possuem energia elétrica, porém há uma lista de prioridade no atendimento, sendo primeiramente famílias de baixa renda que possuem Cadastro único de Programas Sociais do Governo Federal, seguido de famílias contempladas por Programas do Governo, assentamentos rurais, comunidades indígenas, quilombolas e por último, escolas, postos de saúde e poços de água comunitários (BRASIL, 2011).

Existem inúmeros benefícios que a eletrificação proporciona para a comunidade rural, como iluminação elétrica, utilização de eletrodomésticos, bombeamento de água, chuveiro elétrico, acesso à internet, apresentando um maior alcance na comunicação e na educação, permitindo o funcionamento de escolas a noite. Através da eletricidade, há possibilidades de maior produção na atividade agrícola por possuir diversos sistemas de irrigação, conservação de alimentos, como leite e hortaliças. Outro benefício é que estimula a população a permanecer no campo e não imigrar para a cidade em busca de qualidade de vida (CRUZ; MOURAD; MORÍNIGO; SANGA, 2004).

3.4 Eficiência energética

O consumo excessivo de água nos últimos anos e na situação atual resultou na busca pelo uso consciente de recursos hídricos e do consumo energético. Pois o consumo excedente destes recursos, pode ocasionar o déficit de energia elétrica, visto que a matriz elétrica brasileira é predominada por energia hídrica, tendo em torno de 64% da sua participação. Dessa forma, várias ações crescem com intuito de aumentar a eficiência energética (NETO *et al.*, 2021).

Eficiência energética é a procura de melhorar a utilização das fontes de energia, consumindo menos recursos com a mesma quantidade e apresentando maior qualidade ou mantendo a mesma, sendo assim, eficiência energética é produzir mais com menos (EPE, 2021).

Portanto, no ano de 1985, foi criado o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), esse programa foi criado pelo Governo Federal, sendo organizado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e a Eletrobras é o órgão que o efetua. Apresenta como objetivo, promover as ações de eficiência energética e consequentemente aumentar a economia de energia elétrica, diminuindo os impactos causados no meio ambiente (PROCEL, 2021).

Este programa contribui para diversas áreas, como: equipamentos, no qual o consumidor pode identificar os aparelhos com maior eficiência. Para os equipamentos adquirirem esse selo, eles passam por um processo de ensaio em laboratórios. Para edificações, há o programa de etiquetagem em edificações (PBE), que qualifica toda a edificação que é aprovada nas avaliações de eficiência, promovendo bons hábitos e mudança de equipamentos ineficientes (PROCEL, 2021).

Na iluminação pública, o Procel também está presente, nesse sistema é promovido ações de substituir lâmpadas que possuem um consumo de energia alto por lâmpadas que consomem menos energia (PROCEL, 2021). E não somente na iluminação pública é necessário a substituição de lâmpadas. Esse método é muito eficaz na redução do consumo de energia elétrica em instalações residenciais. A tecnologia de lâmpadas mais eficientes que há no mercado é as lâmpadas de LED, essa tecnologia em comparação as outras, apresentam maior tempo de vida útil, produzem menos calor na conversão de eletricidade em luz, menor impacto ambiental,

maior conforto visual, pois emitem uma quantidade muito pequena de raios ultravioleta, tornando-se viável a substituição por lâmpadas Led (NOGUEIRA, 2019).

Outro método que deve ser levado em consideração, é o dimensionamento de condutores elétricos, pois a partir desse dimensionamento é possível garantir o correto funcionamento das instalações elétricas, garantindo maior eficiência no processo de transporte da eletricidade, maior durabilidade e maior proteção nas instalações (NOGUEIRA, 2019).

3.5 Aplicação de energia elétrica no campo

A energia elétrica é capaz de atrair a permanência do homem no campo, porque a partir da eletricidade, existem várias áreas que podem ser desenvolvidas com sua existência, por exemplo, expandindo a produção leiteira, possibilitando o uso de resfriadores de leite, ordenhadeiras elétricas, conseqüentemente, aumentando o lucro do produtor (OLIVEIRA, 2019).

No cultivo de hortaliças, verduras, legumes, cereais tem a possibilidade do uso do sistema de irrigação, como também pode ser utilizado em pastagens, garantindo o alimento ao gado em tempos de falta de chuva (OLIVEIRA, 2019).

As aplicações de sistemas de irrigação surgiram no século passado, devido à dificuldade de irrigar determinadas áreas, porém estes ainda eram sistemas portáteis (MARCHETTI, 1983).

Há quatro tipos de irrigação: Irrigação localizada, irrigação por aspersão, irrigação por superfície e irrigação subterrânea. O sistema de irrigação por aspersão mais aplicado até hoje é o sistema por pivô central, em que é adaptável tanto para superfícies planas ou com relevos. Esse sistema diminui os riscos de perdas em safras, onde há períodos de falta d'água (KOBBER, 2019). Porém, é necessário o uso correto da irrigação, pois uma irrigação mal manejada, provoca altos custos de energia elétrica, além de reduzir a produção (SILVEIRA; STONE, 1994).

Atualmente, existem três tipos de pivô: (1) pivô central fixo, consiste em uma base fixa de concreto no centro da área a ser irrigada e pode ser utilizado para

qualquer tipo de terreno; (2) pivô central rebocável é constituído por 4 rodas, tornando-se rebocável, permitindo a irrigação de vários círculos do cultivo; (3) sistema linear ou pivô lateral, é caracterizado por ser um pivô que se desloca em linha reta, abrangendo a área de melhor forma (CENTRAL IRRIGAÇÃO, 2021).

Na produção de soja, por exemplo, o estado do Rio Grande do Sul, está saindo do terceiro lugar para assumir o segundo lugar do país com maior produção (NOTÍCIAS AGRÍCOLAS, 2021). E se recuperando da última safra de 2019/2020, em que o estado sofreu com a estiagem, havendo um aumento em torno de 80% na produção (AGÊNCIA IBGE, 2021). Através da irrigação no cultivo de soja, a produção pode chegar até 90 sacos/hectare, aumentando em 50% de produtividade segundo (TELLES, 2013).

Figura 7 – Pivô central



Fonte: Central Irrigação (2021)

Na Figura 7, pode ser observado um exemplo de pivô central fixo, onde este apresenta uma base fixa e fica localizado no centro da área irrigada.

4. METODOLOGIA

O referente estudo de caso foi realizado em uma propriedade rural do Sr. Larri Paulo Kist, localizada na região de Bagé/RS, tendo como coordenadas geográficas, 31°10'30.26" S (latitude) e 53°52'25.39" O (longitude), aproximadamente 6,5 Km da BR 153 até a residência da propriedade, o local pode ser observado na Figura 8.

Figura 8 – Localização da propriedade rural



Fonte: Autora (2021)

O critério da escolha da propriedade se deu a partir da apresentação sobre o assunto em entidades de classe do meio ruralista da região de Bagé, onde procurava-se uma propriedade com pouco tempo de energia elétrica ou que ainda não a possuía e assim, realizar análises referente a qualidade de energia, estudos energéticos de fontes alternativas, impacto na qualidade de vida e estudo de viabilidade econômica.

Na Figura 9, observa-se a concessão da distribuidora CEEE Equatorial Energia e a região do local de estudo faz parte da concessão desta concessionária.

Figura 9 – Área de Concessão CEEE Equatorial Energia



Fonte: CEEE Equatorial Energia (2021)

4.1 Análise do cenário atual

Foi realizada uma visita no local juntamente com o orientador para fazer o levantamento dos dados da situação na qual a propriedade se encontrava e quais as necessidades do proprietário. Portanto, foi elaborado um questionário para coletar essas informações, no qual foi questionado ao arrendatário no dia da visita e posteriormente, questionado ao filho do proprietário, via reunião online. Onde possuíam perguntas chaves, como, qual a finalidade que os projetos devem atender, quais os benefícios que o acesso à eletricidade iria proporcionar, entre outras. Ambos os questionários estão em apêndice.

No cenário atual, a propriedade não tem acesso à energia elétrica da concessionária e a mesma apresenta como principal atividade o cultivo de acácia e

melancia (em torno de 600 hectares de plantação e um total de 1000 hectares), onde envolve vários colaboradores, dificultando a qualidade de vida dos mesmos, como um simples banho, como também, impossibilitando a manutenção de alguns equipamentos utilizados no cultivo dessa plantação. Para a geração de energia elétrica é utilizado um gerador de energia a diesel. Na Tabela 1, é detalhado os custos decorrentes dessa utilização, no qual os dados foram informados pelo arrendatário.

Tabela 1 – Investimento do gerador de energia a diesel

Equipamento: Gerador de energia a diesel					
Horas de funcionamento/dia	Quantidade de combustível/dia	Preço do combustível	Custo combustível/mês	Quantidade de defeito/mês	Custo defeito/mês
Em torno de 6 horas	10 litros	R\$ 4,60	R\$ 1.380,00	2	R\$ 1.000,00
Total do investimento/mês					R\$ 3.380,00

Fonte: Autora (2021)

Com base nesse cenário atual, foi elaborado metodologia de abordagem para os problemas elencados pelo produtor rural e outros prováveis cenários. Tendo como objetivo há necessidade energética atual e futura, visando o incremento produtivo, redução de custos, menor impacto na natureza e melhor qualidade de vida.

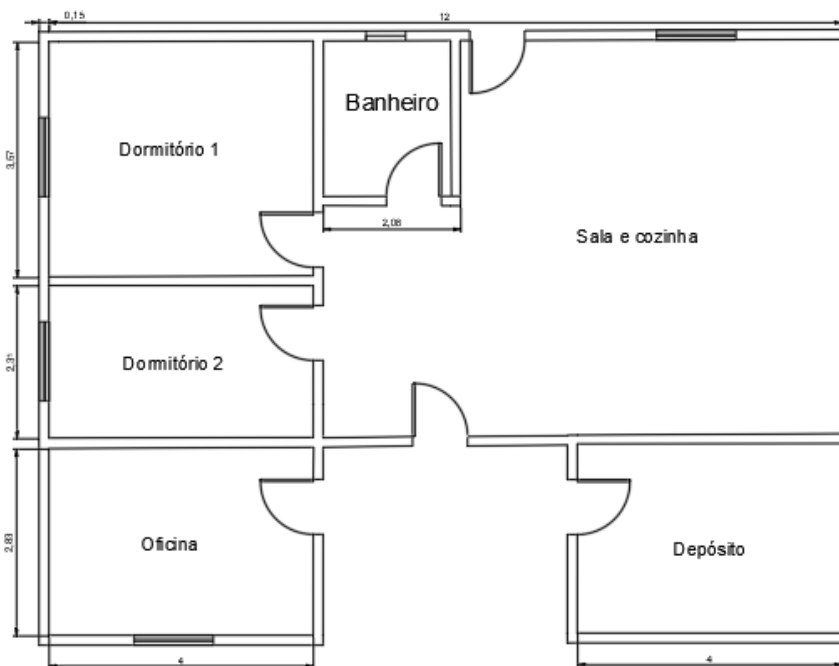
Figura 10 – Imagem da fachada da Residência do local



Fonte: Autora (2021)

A Figura 10, demonstram a residência que há no local, a mesma possui dois dormitórios, um banheiro, uma cozinha/sala, uma oficina e um depósito.

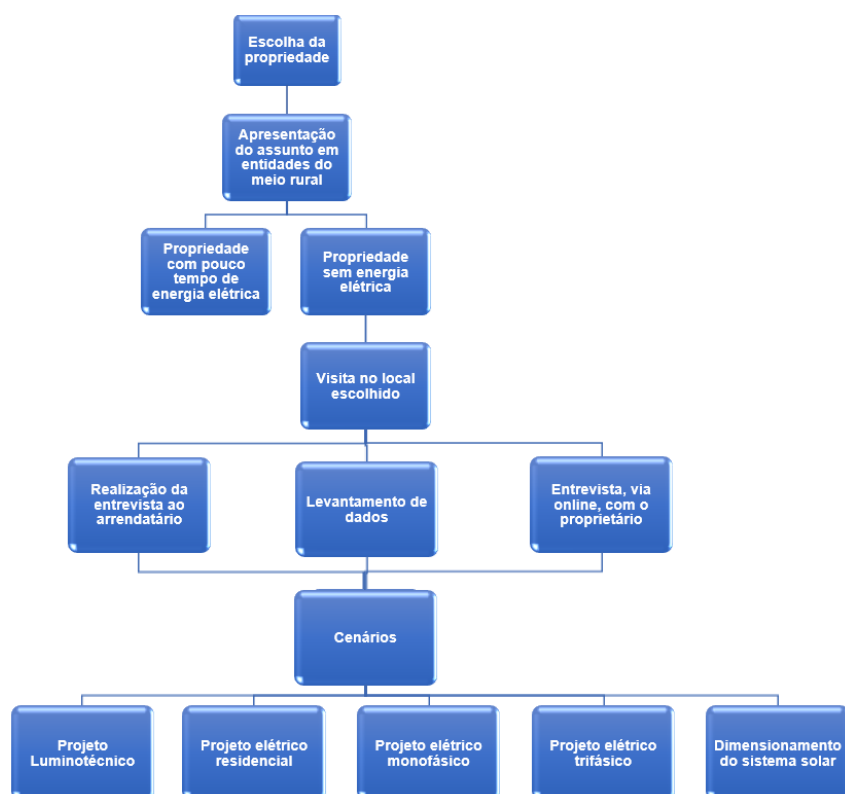
Figura 11 – Planta baixa da residência



Fonte: Autora (2021)

Na Figura 11, está demonstrado o desenho da planta baixa, onde foi utilizado o Software AutoCAD, versão para estudantes, para a realização da mesma e o levantamento das medidas foram realizadas no dia da visita.

Figura 12 – Metodologia do estudo de caso



Fonte: Autora (2021)

Na Figura 12, está representado as etapas realizadas neste estudo de caso para melhor visualização, no qual já foram mencionadas anteriormente.

4. 2 Projeto luminotécnico

Segundo a ABNT NBR 8995 – 1 (2013) que trata dos padrões de iluminação de ambientes de trabalho na área técnica, deve-se levar em consideração vários tópicos que interferem em um projeto luminotécnico, como a distribuição da luminância, ofuscamento, aspectos da cor, local da atividade, iluminância, entre outros.

É importante a iluminação do ambiente ser adequada, pois a mesma pode prejudicar a visão das pessoas que ali estão presentes, na forma de excesso ou com ângulos inadequados, portanto, deve-se levar em consideração o ofuscamento, pois

este é classificado como o excesso de brilho que é atingido em um ambiente (ABNT NBR 8995 – 1, 2013).

No estudo de caso, há seis diferentes ambientes que devem ser levados em consideração, no qual, no Quadro 1 é representado a iluminância que deve ser atendida conforme a norma de iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior (ABNT NBR 8995 – 1, 2013).

Quadro 1 – Grau de iluminância conforme o ambiente, tarefa ou atividade

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	Iluminância (Lux)
Dormitórios	100
Banheiro	100
Sala	100
Cozinha	50
Oficina	300
Depósito	100

Fonte: Autora (2021). Adaptado ABNT NBR 8995 – 1 (2013)

Além da iluminância da tarefa, também é necessário cuidar a iluminância no entorno da tarefa, conforme o Quadro 2:

Quadro 2 – Iluminância do entorno imediato conforme iluminância da tarefa

Iluminância da Tarefa lux	Iluminância do entorno imediato lux
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	Mesma iluminância da área de tarefa

Fonte: ABNT NBR 8995 – 1 (2013)

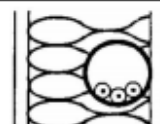
4.3 Projeto elétrico residencial

Para o projeto elétrico residencial seguiu-se a norma ABNT NBR 5410 (2005) que estabelece as condições que uma instalação elétrica de baixa tensão deve compreender, com objetivo de manter a segurança das pessoas e animais e o Regulamento de Instalações Consumidoras (RIC) – Fornecimento em Tensão Secundária de Distribuição, Rede de Distribuição Aérea da concessionária da Região do estudo, Concessionária CEEE Equatorial Energia.

Iniciando pelo ponto de tomadas, a norma brasileira ABNT NBR 5410 (2005) diz que para ambientes molhados deve ter um ponto de tomada para cada 3,5 metros e é necessário no mínimo dois pontos acima da bancada da pia e para ambientes secos é um ponto de tomada para cada 5 metros. Além disso, no banheiro é obrigatório um ponto de tomada próximo à pia. Em relação às potências das tomadas, até seis pontos, os três primeiros apresentam potência igual à 600VA, passando para sete pontos, os dois primeiros apresentam potência igual à 600VA e o restante é de 100VA.

Conforme a ABNT NBR 5410 (2005), para circuitos até 10A, no mínimo deve-se apresentar uma seção de 1,5mm² para iluminação e para circuitos de tomadas, uma seção de 2,5mm². Para circuitos que apresentam um disjuntor maior que 10A, necessita ter o conhecimento do método de instalação, onde o adotado foi o método A1, conforme o Quadro 3.

Quadro 3 – Tipos de linhas elétricas

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
1	 Face interna	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante ²⁾	A1

Fonte: Autora (2021). Adaptado ABNT NBR 5410 (2005)

Para a correção da corrente de projeto, é preciso dar importância para os fatores de correção de temperatura, correção de agrupamento e correção de resistividade térmica (ABNT NBR 5410, 2005).

Quadro 4 – Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	19	17	21	17
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	73	61
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	95	79
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119	121	101
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147	146	122
50	158	141	145	130	198	175	175	154	209	179	173	144
70	200	179	183	164	253	222	221	194	269	229	213	178
95	241	216	220	197	306	269	265	233	328	278	252	211
120	278	249	253	227	354	312	305	268	382	322	287	240
150	318	285	290	259	407	358	349	307	441	371	324	271
185	362	324	329	295	464	408	395	348	506	424	363	304
240	424	380	386	346	546	481	462	407	599	500	419	351
300	486	435	442	396	628	553	529	465	693	576	474	396
400	579	519	527	472	751	661	628	552	835	692	555	464
500	664	595	604	541	864	760	718	631	966	797	627	525
630	765	685	696	623	998	879	825	725	1 122	923	711	596
800	885	792	805	721	1 158	1 020	952	837	1 311	1 074	811	679
1 000	1 014	908	923	826	1 332	1 173	1 088	957	1 515	1 237	916	767

Fonte: Autora (2021). Adaptado ABNT NBR 5410 (2005)

Para os circuitos sala/cozinha e o chuveiro, utilizou-se o Quadro 4 para a escolha adequada da seção do condutor. Para a queda de tensão utilizou-se a Equação 1, conforme CEEE-D (2017), incluída no Regulamento de Instalações consumidoras, para a queda entre o medidor até o quadro de distribuição da residência, ou seja, para a queda do projeto elétrico residencial será utilizada esta equação.

$$Dv(\%) = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot Z}{V_n} \cdot 100 \quad (1)$$

Onde:

Dv = queda de tensão em %;

V_n = tensão de linha do circuito em Volt;

I = Corrente da carga;

l = Comprimento do circuito em km;

Z = impedância do condutor em Ω .

$$Z = R + jX \quad (2)$$

Os valores da resistência e reatância utilizou-se do Quadro 5, conforme a seção do condutor.

Quadro 5 – Resistência e Reatância Indutiva de Fios e Cabos Isolados em PVC, EPR e XPLE e Condutos Fechados (Valores em Ω/km)

Seção (mm ²)	Rcc ^(A)	Condutos não-magnéticos ^(B) Circuitos FN / FF / 3F	
		Rca ^(C)	XL ^(D)
1,5	12,1	14,48	0,16
2,5	7,41	8,87	0,15
4	4,61	5,52	0,14
6	3,08	3,69	0,13
10	1,83	2,19	0,13
16	1,15	1,38	0,12
25	0,73	0,87	0,12
35	0,52	0,63	0,11
50	0,39	0,47	0,11
70	0,27	0,32	0,10
95	0,19	0,23	0,10
120	0,15	0,19	0,10
150	0,12	0,15	0,10
185	0,099	0,12	0,094
240	0,075	0,094	0,098
300	0,060	0,078	0,097
400	0,047	0,063	0,096
500	0,037	0,052	0,095
630	0,028	0,043	0,093
800	0,022	0,037	0,089
1000	0,018	0,033	0,088

Fonte: CEEE – D (2017)

Deve-se levar em consideração o número de reserva de circuitos, tendo em vista o aumento da instalação em um ambiente futuro, conforme o Quadro 6.

Quadro 6 – Quadro de distribuição - Espaço de reserva

Quantidade de circuitos efetivamente disponível N	Espaço mínimo destinado a reserva (em número de circuitos)
até 6	2
7 a 12	3
13 a 30	4
$N \geq 30$	$0,15 N$

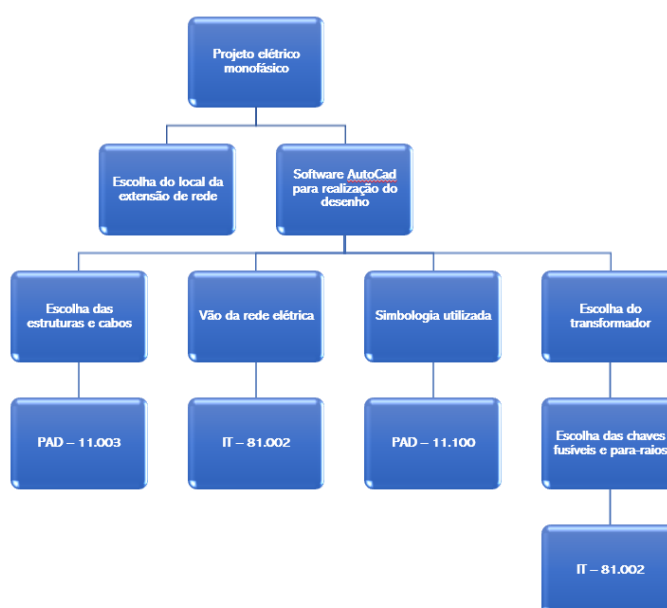
NOTA A capacidade de reserva deve ser considerada no cálculo do alimentador do respectivo quadro de distribuição.

Fonte: ABNT NBR 5410 (2005)

4.4 Projeto elétrico monofásico

Para o projeto elétrico monofásico foi realizado um fluxograma das etapas seguidas na metodologia, conforme é observado na Figura 13.

Figura 13 – Fluxograma da metodologia adotado para o projeto elétrico monofásico



Fonte: Autora (2021)

O projeto elétrico monofásico tem como finalidade atender a carga instalada na propriedade de estudo. Primeiramente escolheu-se o local onde passava a rede mais próxima da propriedade e onde já havia uma travessia, para que fosse possível realizar a extensão de rede para o local e atender as necessidades do cenário atual, na Figura 14 é demonstrado o local onde será realizado a extensão de rede até a propriedade.

Figura 14 – Traçado escolhido



Fonte: Autora (2021)

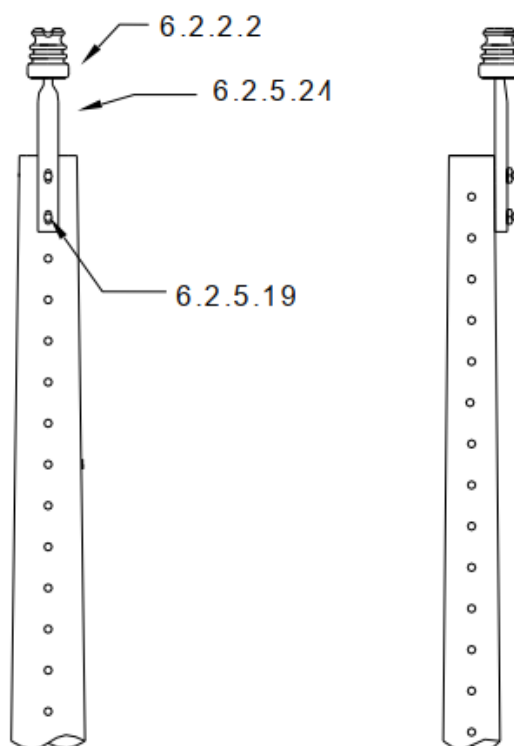
A tomada de energia será efetuada de uma rede MT, através do poste 754068, da Concessionária CEEE Equatorial energia, na BR 153, sentido Bagé – Caçapava. Está rede apresenta como características:

- Rede trifásica;
- Classe de isolamento 25 kV;
- Tensão de fornecimento 23 kV.

A escolha dos vãos se deu a partir da norma IT- 81 002 (Elaboração de projetos de redes aéreas de distribuição rurais) da Concessionária da região, CEEE Equatorial Energia. Conforme essa norma, os vãos entre os postes podem ser até 120 metros quando utilizado condutores CAA (cabo de alumínio com alma de aço) (CEEE - D, 2015).

A escolha das estruturas se deu a partir da padronização PAD – 11.003 da concessionária CEEE Equatorial energia, foram utilizadas nesse projeto, estruturas U1, U2, U3, U4, estaiamento e estrutura para o transformador.

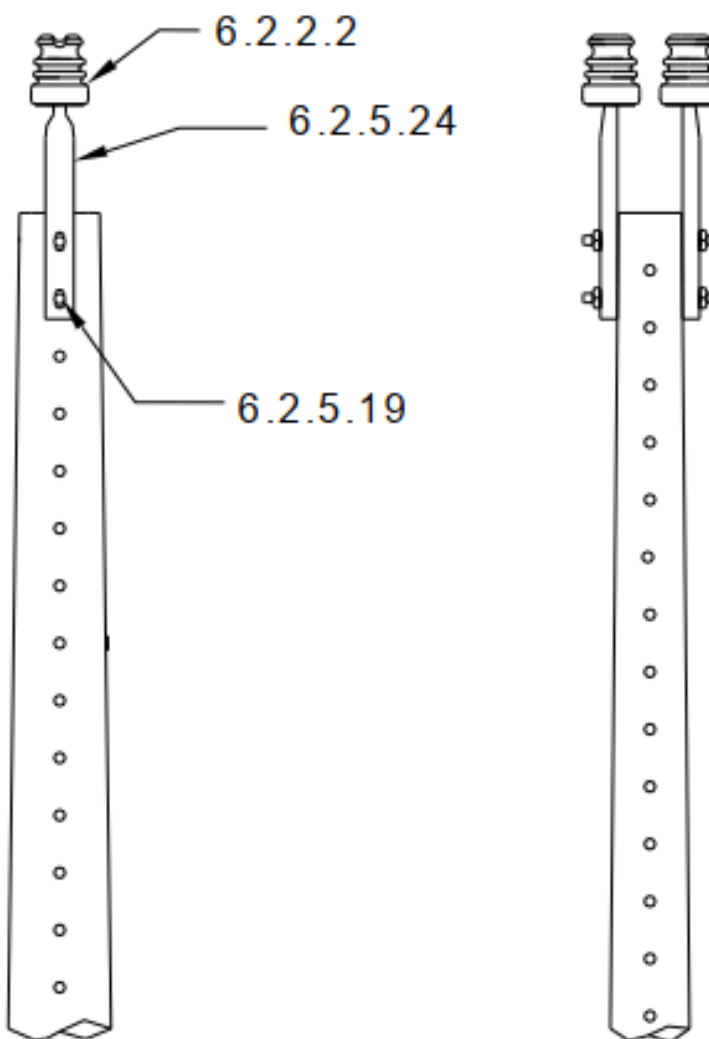
Figura 15 – Estrutura U1



Fonte: CEEE – D (2021)

Na Figura 15, está representada a estrutura U1, está é utilizada quando a rede de energia elétrica é passante.

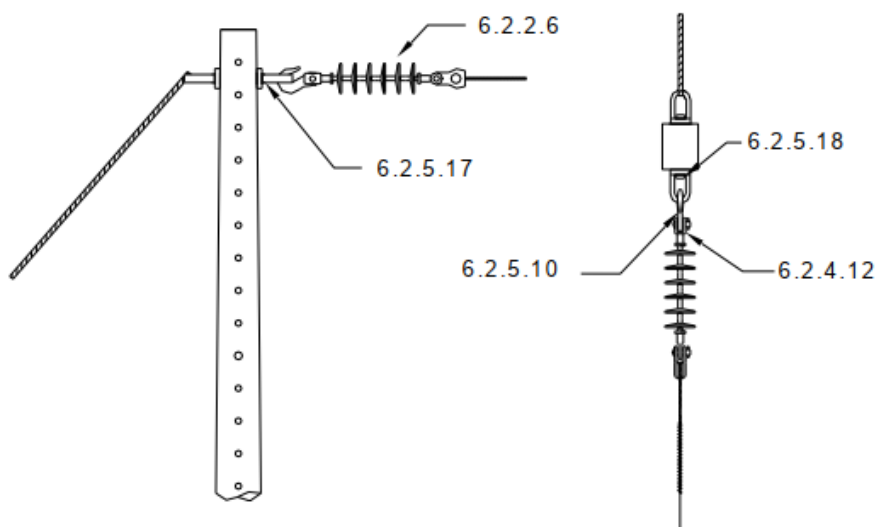
Figura 16 – Estrutura U2



Fonte: CEEE – D (2021)

Na Figura 16, está representada a estrutura U2, está é utilizada quando a rede de energia elétrica apresenta ângulo no decorrer do percurso.

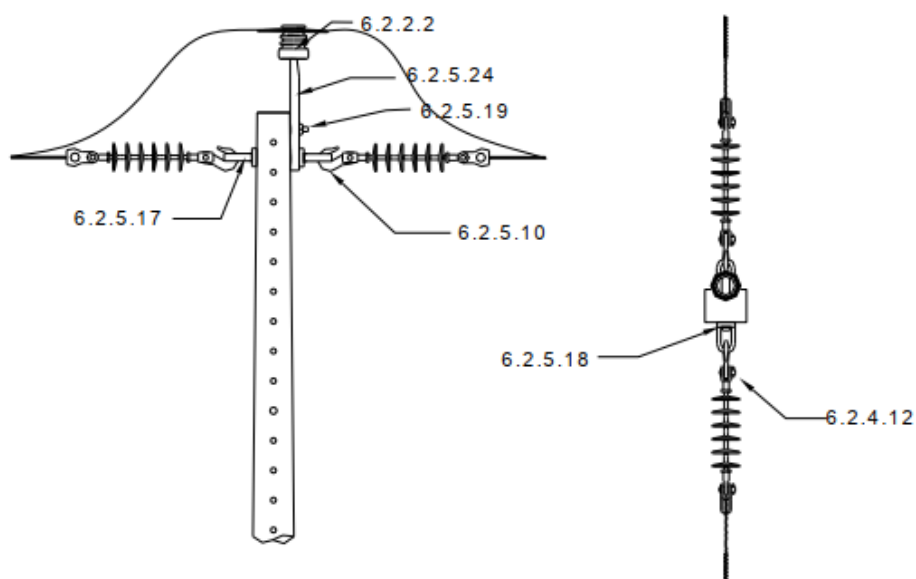
Figura 17 – Estrutura U3



Fonte: CEEE – D (2021)

Na Figura 17, está representada a estrutura U3, na qual é utilizada quando é fim ou início de rede de energia elétrica.

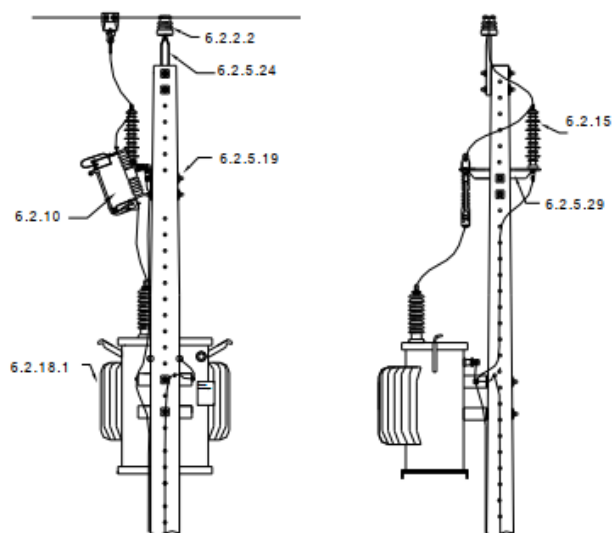
Figura 18 – Estrutura U4



Fonte: CEEE – D (2021)

Na Figura 18, está representado a estrutura U4, está é utilizada para dar maior sustentação na rede de energia elétrica.

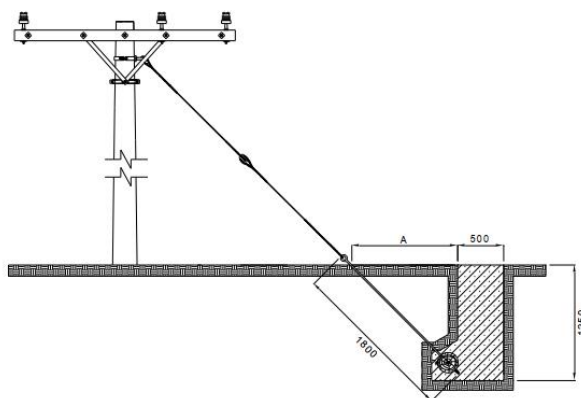
Figura 19 – Estrutura monobucha



Fonte: CEEE – D (2021)

Na Figura 19, está demonstrada a estrutura monobucha na qual é constituída pelo transformado monofásico.

Figura 20 – Estaiamento com âncora



Fonte: CEEE – D (2021)

Na Figura 20 é demonstrado o estaiamento do tipo âncora.

Para a determinação das chaves fusíveis, para-raios, conforme a potência do transformador, utilizou-se a instrução técnica IT – 81.002 da Concessionária.

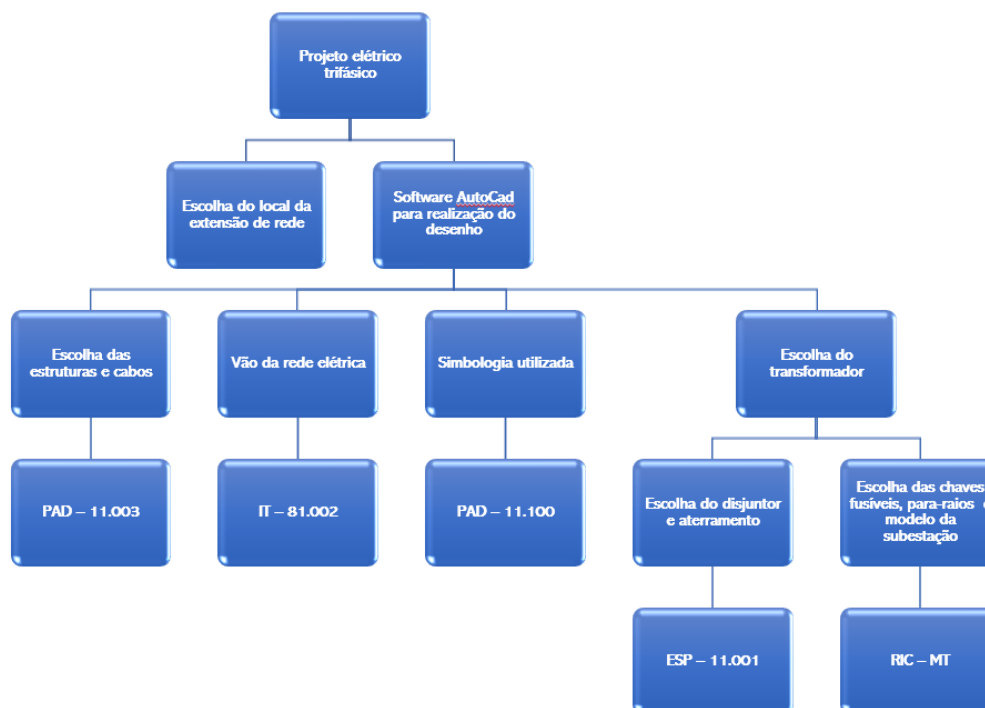
A elaboração do desenho do projeto elétrico se deu a partir do software AutoCAD, versão para estudantes, e realizou-se o uso da padronização PAD – 11.100 da concessionária para as simbologias que são utilizadas em redes de distribuição aérea até 25 kV.

Neste trabalho não foi calculado a queda de tensão, mas caso o projeto seja apresentado na concessionária de distribuição, é necessário apresentar os cálculos.

4.5 Projeto elétrico trifásico

Para o projeto elétrico trifásico foi realizado um fluxograma das etapas seguidas na metodologia, conforme é observado na Figura 21, utilizando as normas da distribuidora local.

Figura 21 – Fluxograma da metodologia adotado para o projeto elétrico



Fonte: Autora (2021)

Neste cenário, o projeto elétrico trifásico tem como finalidade atender uma carga instalada de um sistema de irrigação por pivô central para irrigação do cultivo de soja. Atualmente a propriedade cultiva acácia e melancia pelos próximos 14 anos de arrendamento, mas no futuro, como pode ser observado no Anexo B, o proprietário pretende iniciar o cultivo de soja, então a rede trifásica é para um cenário futuro. Escolheu-se o mesmo local para a extensão de rede do projeto monofásico, pois este já havia uma rede trifásica.

A tomada de energia será efetuada de uma rede MT, através do poste 754068, da Concessionária CEEE Equatorial energia, na BR 153, sentido Bagé – Caçapava. Esta rede apresenta como características:

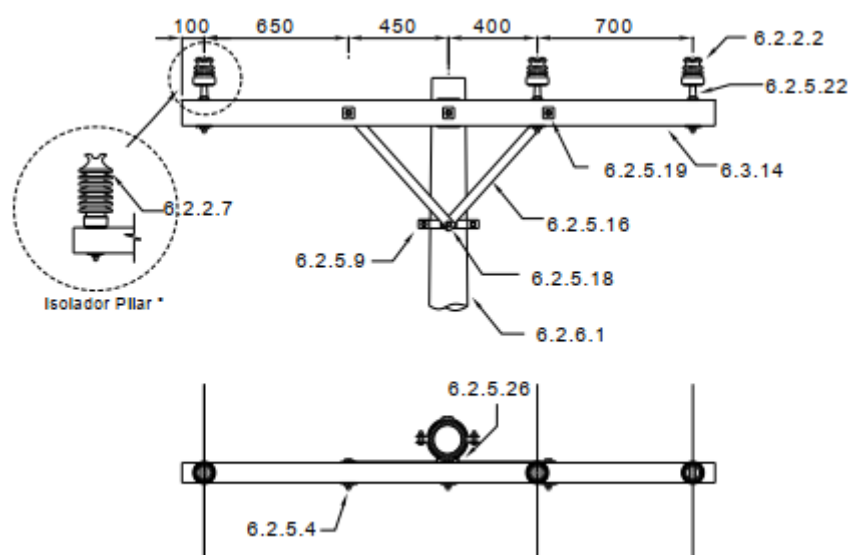
- Rede trifásica;
- Classe de isolamento 25kV;
- Tensão de fornecimento 23kV.

Como um modelo base de pivô central, foi conversado com um produtor rural da cidade de Dom Pedrito/RS, onde possui dois pivôs centrais do tipo fixo da marca

Krebs (um deles para uma área de 65 hectares e o outro para uma área de 46 hectares), possuindo um motor trifásico com potência igual à 125 CV e dois motores com potência de 5 CV cada um, totalizando uma demanda de 135 CV.

A escolha dos vãos se deu a partir da norma IT- 81 002 (Elaboração de projetos de redes aéreas de distribuição rurais) da Concessionária da região, CEEE Equatorial Energia. Conforme essa norma, os vãos entre os postes podem ser até 120 metros quando utilizado condutores CAA (cabo de alumínio com alma de aço) (CEEE - D, 2015).

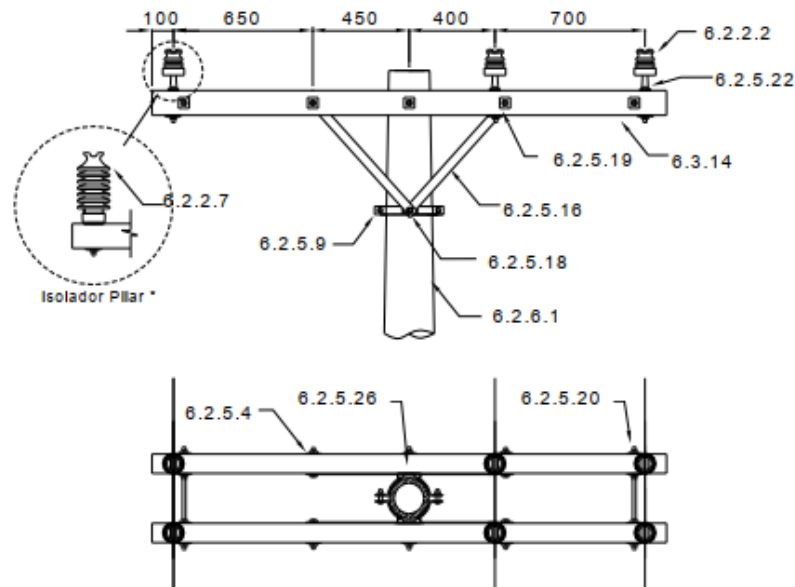
Figura 22 – Estrutura N1



Fonte: CEEE – D (2021)

Na Figura 22, está representado a estrutura N1, na qual é utilizada quando a rede elétrica é passante.

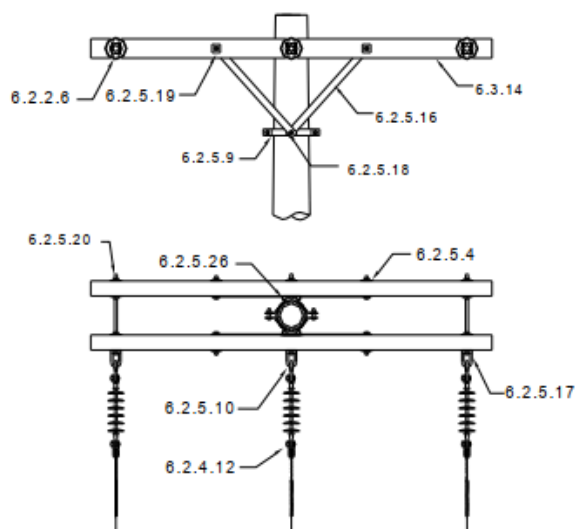
Figura 23 – Estrutura N2



Fonte: CEEE – D (2021)

Na Figura 23, está representada a estrutura N2, está é utilizada quando a rede de energia elétrica apresenta ângulo no decorrer do percurso.

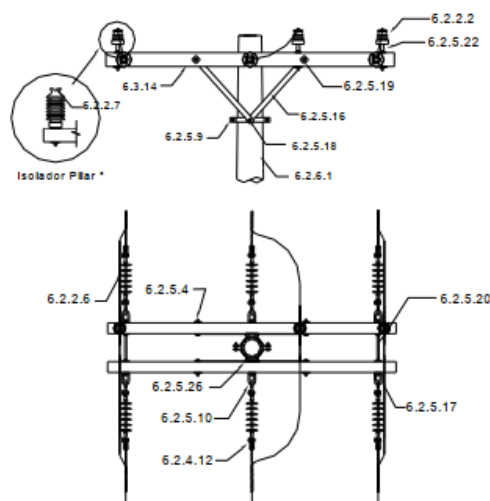
Figura 24 – Estrutura N3



Fonte: CEEE – D (2021)

Na Figura 24, está representada a estrutura N3, na qual é utilizada quando é fim ou início de rede de energia elétrica.

Figura 25 – Estrutura N4



Fonte: CEEE – D (2021)

Na Figura 25, está representado a estrutura N4, está é utilizada para dar maior sustentação na rede de energia elétrica.

As estruturas utilizadas no projeto estão descritas acima.

Para a determinação das chaves fusíveis, para-raios, conforme a potência do transformador, utilizou-se o RIC – MT (Regulamento de instalações consumidoras – Fornecimento em tensão primária de distribuição) da Concessionária.

A elaboração do desenho do projeto elétrico se deu a partir do software AutoCAD, versão para estudantes, e realizou-se o uso da padronização PAD – 11.100 da concessionária para as simbologias que são utilizadas em redes de distribuição aérea até 25kV.

Neste trabalho não foi calculado a queda de tensão para o trecho da rede elétrica trifásica e também não foi calculado a corrente de curto-circuito, mas caso o projeto venha a ser apresentado na concessionária de distribuição, é necessário apresentar os cálculos.

4.6 Dimensionamento do sistema solar

Para o dimensionamento da quantidade de módulos solares que devem ser utilizadas na propriedade através do seu consumo energético, utilizou-se o site do CRESESB para a estimativa da irradiação média solar na região e o site PVWatts Calculator para a estimativa de produção de energia mensal produzida pelo sistema solar projetado.

Para os cálculos seguiu-se a metodologia de Ribeiro (2016).

$$E_c = E_{mm} - CD \quad (3)$$

Onde:

E_c = Energia compensada;

E_{mm} = Energia média mensal;

CD = Classificação da distribuição, ou seja, se o consumidor é atendido por uma rede monofásica, bifásica ou trifásica.

$$E_{cd} = \frac{E_c}{30} \quad (4)$$

Onde:

E_{cd} = Energia compensada diária.

$$W_p = \frac{E_{cd}}{\text{Irradiância solar}} \quad (5)$$

Onde:

W_p = Potência necessária gerada para cada módulo.

O dimensionamento do sistema será realizado somente para atender a carga instalada no projeto elétrico monofásico.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Projeto luminotécnico

A partir da planta baixa do local, a mesma foi projetada no Software Dialux para a realização do projeto luminotécnico da residência. Na Figura 26, pode-se observar a fachada da residência.

Figura 26 – Residência projetada no Software Dialux



Fonte: Autora (2021)

Buscou-se realizar a projeção, no qual ficasse mais próxima da realidade com o local, como utilizar as mesmas cores que estão presentes nas paredes, o pé direito da localidade é de aproximadamente 2,6 metros.

Através do Software obteve-se os seguintes resultados, como está demonstrado no Quadro 7:

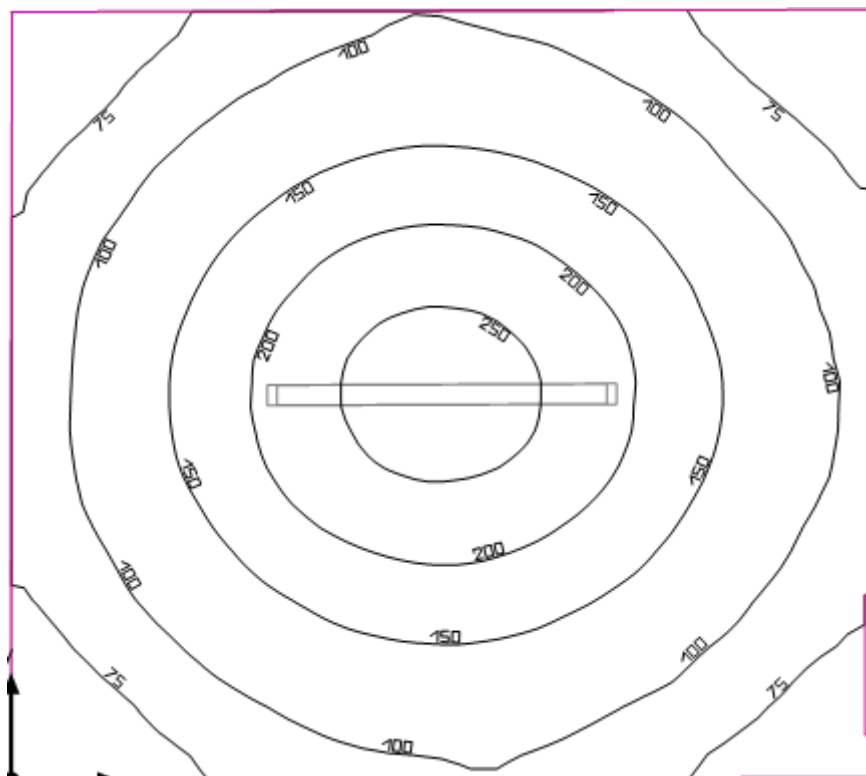
Quadro 7 – Resultados obtidos no Software Dialux

Tipo de ambiente	Iluminância média obtida (Lux)	Iluminância indicada pela norma 8995 - 1 (Lux)
Dormitório 1	134	100
Dormitório 2	107	100
Banheiro	118	100
Sala	116	100
Cozinha	63,5	50
Oficina	361	300
Depósito	112	100

Fonte: Autora (2021)

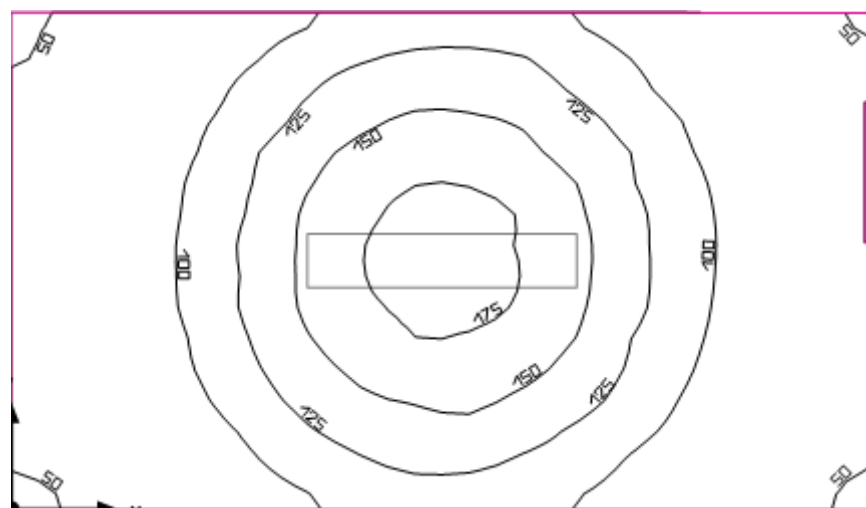
Nas Figuras 27, 28, 29, 30, 31 e 32 estão representados a distribuição de iluminância, em que os limites de iluminância foram atendidos conforme a norma.

Figura 27 – Distribuição da iluminância no dormitório 1



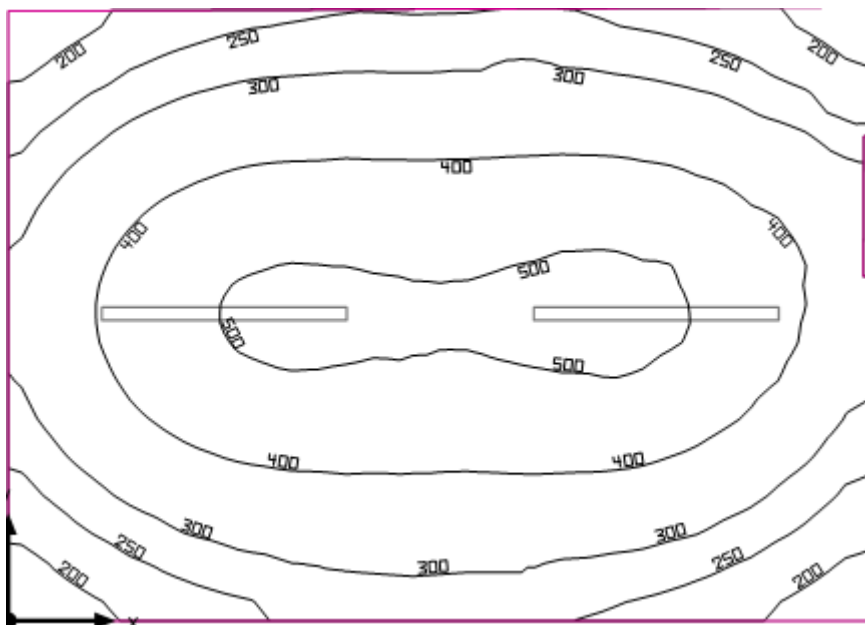
Fonte: Autora (2021)

Figura 28 – Distribuição da iluminância no dormitório 2



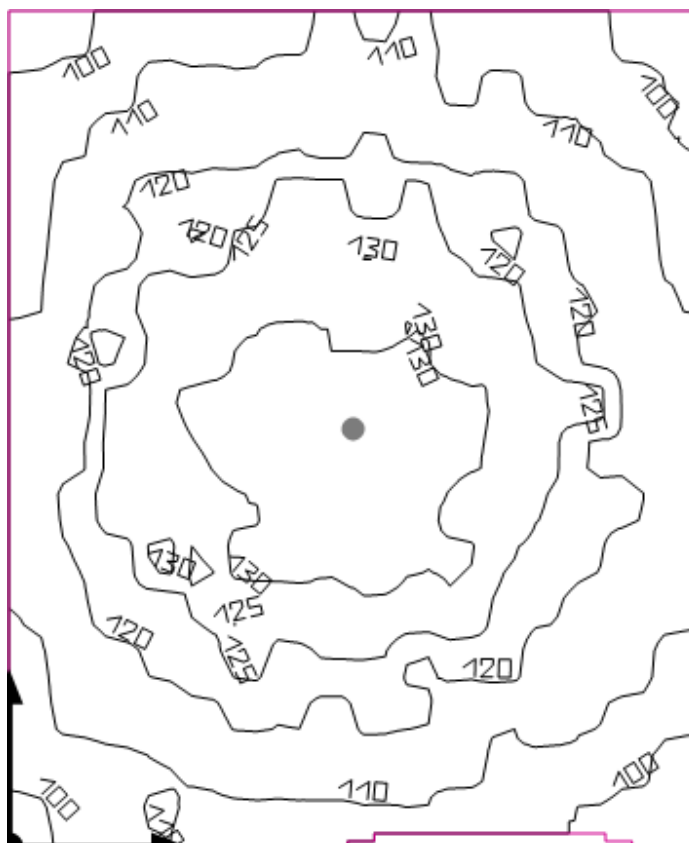
Fonte: Autora (2021)

Figura 29 – Distribuição da iluminância na oficina



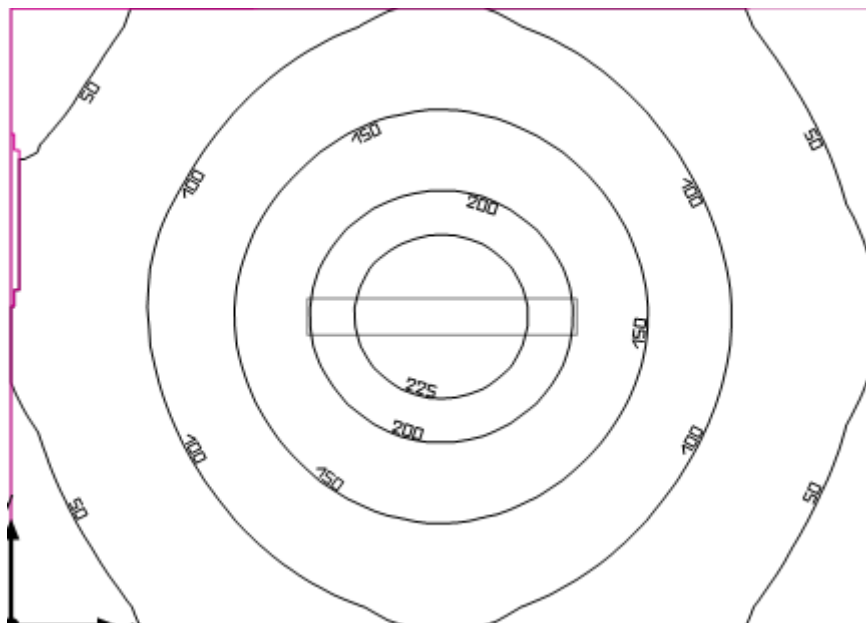
Fonte: Autora (2021)

Figura 30 – Distribuição da iluminância no Banheiro



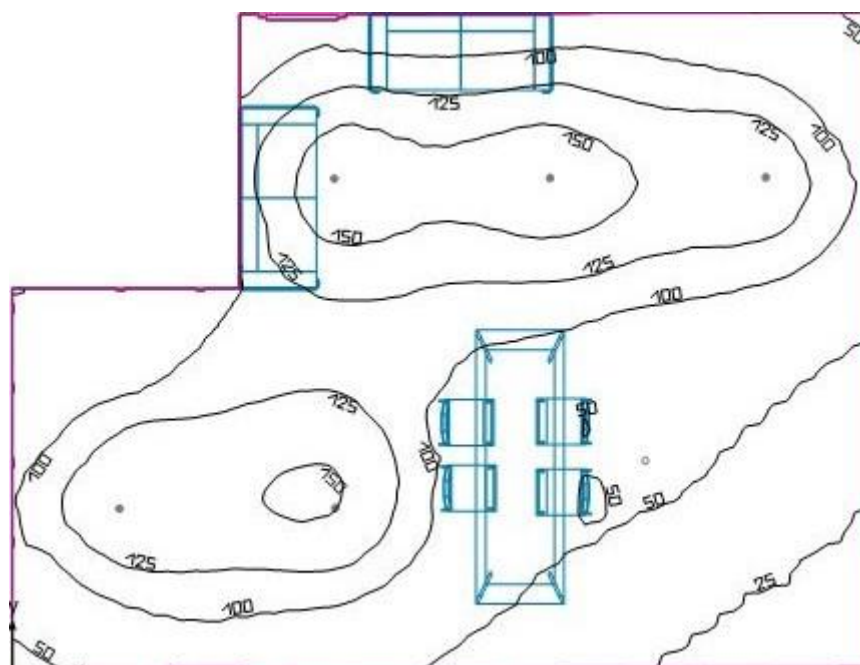
Fonte: Autora (2021)

Figura 31 – Distribuição da iluminância no Depósito



Fonte: Autora (2021)

Figura 32 – Distribuição da iluminância na sala e na cozinha



Fonte: Autora (2021)

Quadro 8 – Características das lâmpadas LED

Quantidade	Fabricante	Potência (W)	ϕ (lm)	Rendimento Luminoso (lm/W)
1	Philips	24,5	3399	138,7
1	Endo Lithing Corp	12,4	1994	160,8
2	Philips	30,5	4799	157,3
1	MPE	9	900	100
1	Endo Lithing Corp	15,4	2465	160
5	V-TAC	15	1500	100
1	NVc	7	600	85,7
1	V-TAC	6	470	78,3

Fonte: Autora (2021)

No Quadro 8, estão descritas as lâmpadas utilizadas no projeto luminotécnico.

Tabela 2 – Potência para as respectivas lâmpadas utilizadas

AMBIENTE	Lâmpadas		
	Quantidade	Potência Unitária (W)	Potência Total (W)
Banheiro	1	9	9
Dormitório 1	1	24,5	24,5
Dormitório 2	1	12,4	12,4
Oficina	2	30,5	61
Depósito	1	15,4	15,4
Sala	5	15	75
Cozinha	1	7	7
Área da frente	1	6	6
TOTAL			210,3

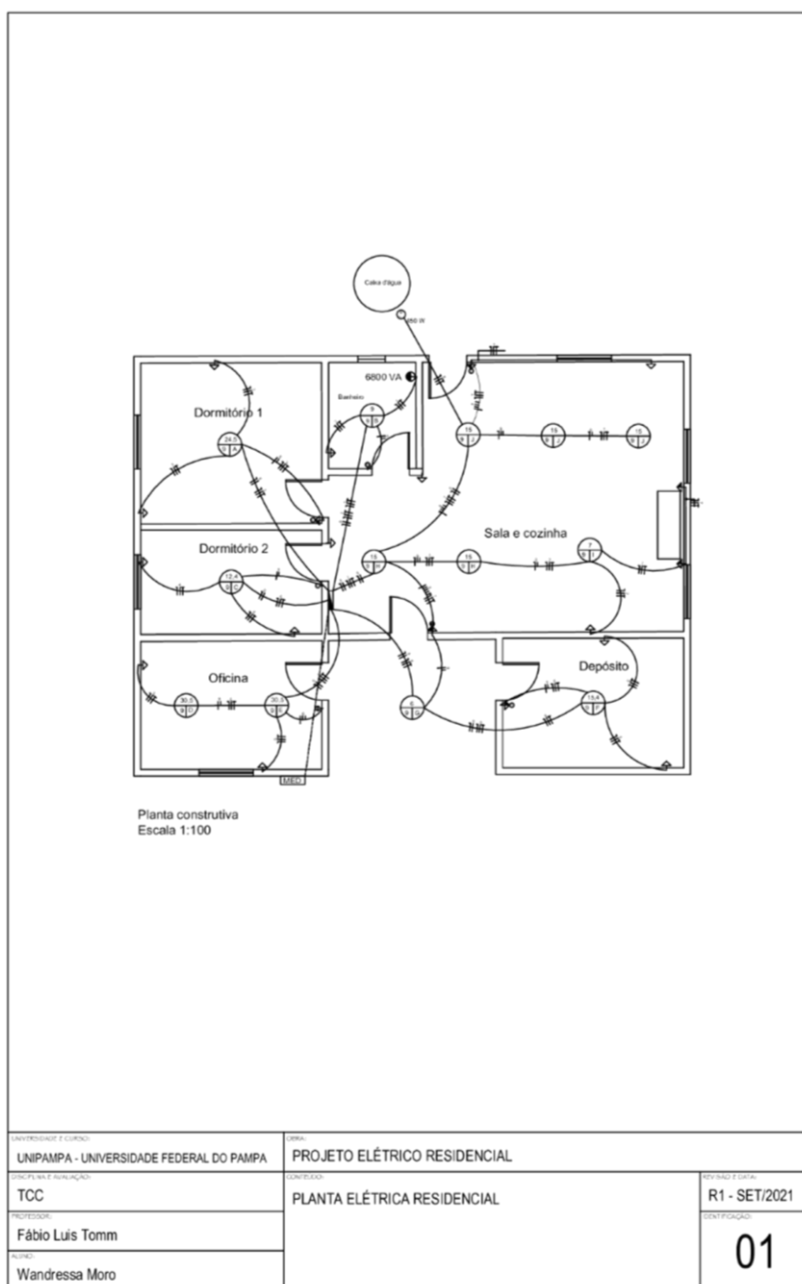
Fonte: Autora (2021)

Na Tabela 2, está representado a potência total das lâmpadas utilizadas no projeto luminotécnico.

5.2 Projeto elétrico residência

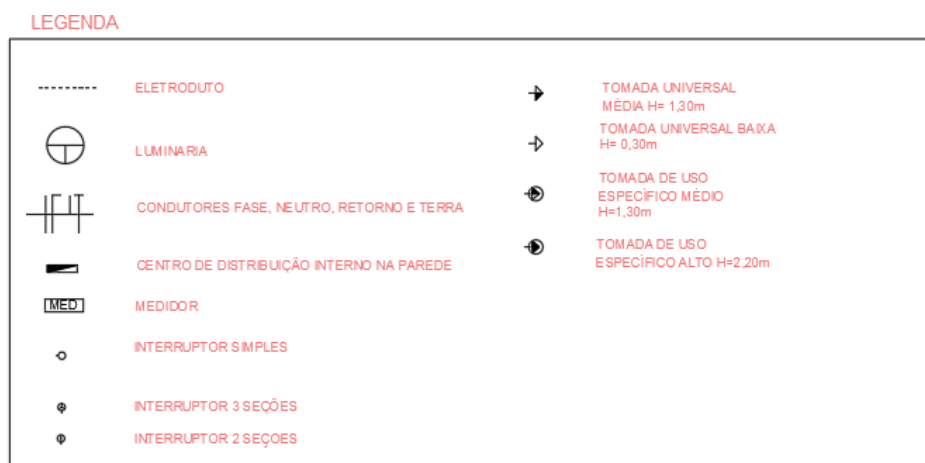
Nas Figuras 33, 34 e 35 estão representados o projeto elétrico residencial, a legenda deste projeto e o diagrama unifilar, respectivamente.

Figura 33 – Projeto elétrico residencial



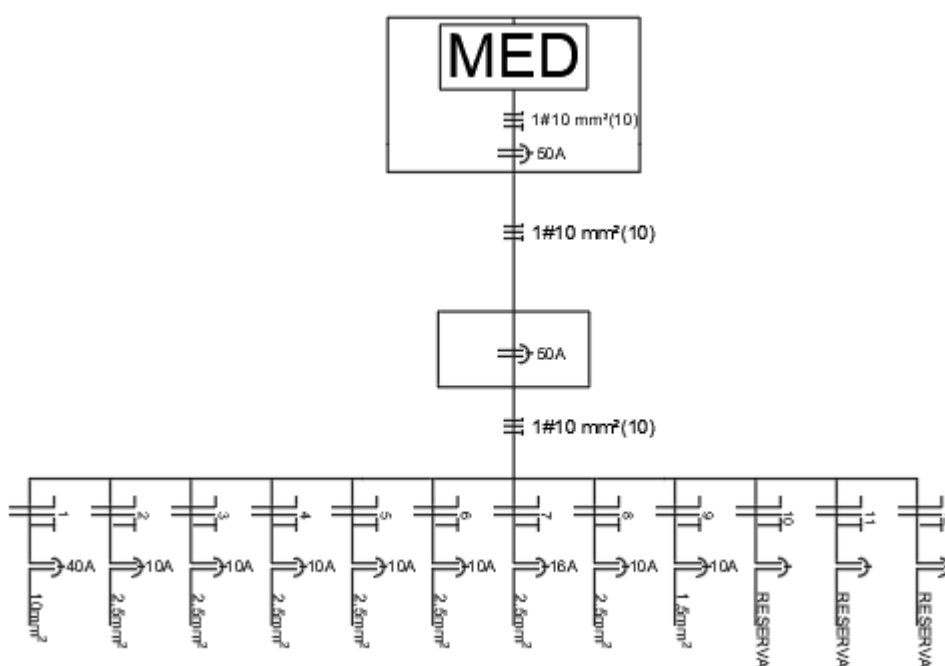
Fonte: Autora (2021)

Figura 34 – Legenda projeto elétrico residencial



Fonte: Autora (2021)

Figura 35 – Diagrama Unifilar



Fonte: Autora (2021)

Tabela 3 – Quadro de cargas residencial

QUADRO DE CARGAS								
Circuito	Tomadas tugs		Tues (va)	Cargas (va)	Disjuntor (a)	Fiação (mm ²)	Fases	Descrição
	100 va	600 va						
1			6800	6800	40	10	A	Banheiro TUE
2		1		600	10	2,5	A	Banheiro
3	3			300	10	2,5	A	Dormitório 1
4	2			200	10	2,5	A	Dormitório 2
5	2			200	10	2,5	A	Oficina
6	3			300	10	2,5	A	Depósito
7	6	2		1800	16	2,5	A	Sala/cozinha
8				450	10	2,5	A	Bomba
9				210,3	10	1,5	A	Iluminação
								reserva
								reserva
								reserva
CARGA INSTALADA				10860,3	50	10	A	x

Fonte: Autora (2021)

A partir da quantidade de equipamentos e das tomadas específicas e gerais, obteve-se uma carga instalada igual à 10860,3 VA e conforme a norma ABNT NBR 5410 (2005), o número de reservas para circuitos futuros foi igual à 3, conforme o número de circuitos já existentes, isto pode-se observar na Tabela 3.

Conforme a CEEE-D (2017), no Quadro 9, quando a carga instalada é menor que 15kW, a rede é do tipo monofásica, tendo como característica um disjuntor de 50A e ramal de ligação igual à 10 mm².

Quadro 9 – Dimensionamento da entrada de serviço

FORNECIMENTO	TENSÃO (V)	TIPO	CARGA INSTALADA C (kW)	DEMANDA CALCULADA D (kVA)	TIPO DE MEDIÇÃO	PROTEÇÃO		CONDUTOR (mm ²)						ELETRODUTO DN (mm)			LIMITE MÁXIMO DE POTÊNCIA																																																																																																																																																																																																	
						DISJUNTOR TERMINAL GÊNICO (A)	RAMAL DE LIGAÇÃO		RAMAL DE ENTRADA	ATERRAMENTO	PROTEÇÃO	RAMAL DE ENTRADA	ATERRAMENTO PROTEÇÃO	MAIOR MOTOR OU SOLDA A MOTOR (CV)			CARGA INDIVIDUAL RESISTIVA (kW)																																																																																																																																																																																																	
							COBRE	ALUMÍNIO						COBRE ISOLADO			AÇO	PVC	FN	FF	FFF	FN	FF																																																																																																																																																																																											
220/127	A1	C ≤ 10	-	-	DIRETA	50	10	D-10	10	10	10	20	25	20	1	-	-	5,4	-																																																																																																																																																																																															
																				B1	10 < C ≤ 15	-	-	DIRETA	50	10	T-10	10	10	10	20	25	20	2	3	-	5,4	8,8																																																																																																																																																																												
																																							C1	D < 19	-	-	DIRETA	50	10	Q-10	10	10	10	25	32	20	2	3	15	5,4	8,8																																																																																																																																																									
																																																										C2	19 < D < 27	-	-	DIRETA	70	10	Q-16	25	10	16	32	40	20	2	5	20	7,5	13																																																																																																																																						
																																																																													C3	27 < D < 38	-	-	DIRETA	100	16	Q-25	35	10	16	32	40	20	3	7,5	25	-	-																																																																																																																			
																																																																																																C4	38 < D < 47	-	-	INDIRETA	125	25	Q-35	50	16	25	40	50	25	5	7,5	30	-	-																																																																																																
																																																																																																																			C5	47 < D < 57	-	-	INDIRETA	150	35	Q-50	70	25	35	50	60	25	7,5	10	30	-	-																																																																													
																																																																																																																																						C6	57 < D < 66	-	-	INDIRETA	175	-	-	95	25	50	60	32	7,5	12	30	-	-																																																											
																																																																																																																																																								C7	66 < D < 76	-	-	INDIRETA	200	-	-	120	35	70	65	75	40	7,5	15	30	-	-																																								
																																																																																																																																																																											C8	76 < D < 86	-	-	INDIRETA	225	-	-	150	50	95	100	100	40	7,5	15	30	-	-																					
																																																																																																																																																																																														C9	86 < D < 95	-	-	INDIRETA	250	-	-	185	50	95	100	100	40	7,5	15	30	-	-		
																																																																																																																																																																																																																	C10	95 < D < 115
C11	115 < D < 150	-	-	INDIRETA	400	-	-	Ver nota 10	2x150	50	150	2x65	2x75	50	7,5	25	30	-	-																																																																																																																																																																																															
																				C12	150 < D < 225	-	-	INDIRETA	600	-	-	Ver nota 10	2x300	70	300	2x85	2x100	75	7,5	30	30	-																																																																																																																																																																												
																																							A2	C ≤ 15	-	-	DIRETA	50	10	D-10	10	10	10	20	25	20	3	-	-	8,8	-																																																																																																																																																									
																																																										B2	15 < C ≤ 25	-	-	DIRETA	50	10	T-10	10	10	10	20	25	20	3	5	-	8,8	-																																																																																																																																						
																																																																													C13	D ≤ 32	-	-	DIRETA	50	10	Q-10	10	10	10	25	32	20	3	5	25	8,8	-																																																																																																																			
																																																																																																C14	32 < D < 46	-	-	DIRETA	70	10	Q-16	25	10	16	32	40	20	5	10	30	-	-																																																																																																
																																																																																																																			C15	46 < D < 66	-	-	INDIRETA	100	16	Q-25	35	10	16	32	40	20	7,5	12	40	-	-																																																																													
																																																																																																																																						C16	66 < D < 82	-	-	INDIRETA	125	25	Q-35	50	16	25	40	50	25	7,5	12	50	-																																																											
																																																																																																																																																								C17	82 < D < 99	-	-	INDIRETA	150	35	Q-50	70	25	35	50	60	25	7,5	15	50	-	-																																								
																																																																																																																																																																											C18	99 < D < 132	-	-	INDIRETA	200	-	-	120	35	70	65	75	40	7,5	20	50	-	-																					
																																																																																																																																																																																														C19	132 < D < 200	-	-	INDIRETA	300	-	-	240	70	120	100	100	50	7,5	20	50	-	-		
																																																																																																																																																																																																																	C20	200 < D < 300

Fonte: Autora (2021). Adaptado CEEE-D (2017)

A queda de tensão, calculada a partir da Equação 1 para o projeto elétrico residencial foi de 0,24%, se encontrando dentro dos limites estabelecidos pelo RIC BT, não ultrapassando 2%.

5.3 Projeto elétrico monofásico

Foi buscado o melhor traçado e consultada a concessionária para extensão de rede. Chegou-se à composição de 52 postes no total, sendo 15 postes de madeira de 11 metros e 37 postes de concreto circular. Dentro da propriedade particular optou-se por utilizar postes de madeiras para reduzir o custo da obra, porém a concessionária indeniza somente o trecho que é composto por postes de concretos, assim na área

da propriedade será um trecho de rede particular. Os vãos variam entre 30 metros e 120 metros, devido os obstáculos presentes durante o percurso da rede elétrica.

O transformador é de 15 kVA, pois deve atender uma carga instalada de 10860,3 VA. Para este transformador a chave fusível deve ser de 0,5H, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Tabela de elos fusíveis conforme a potência do transformador

Capacidade do Transformador (KVA)	Transformadores Trifásicos				Transformadores Monofásicos								
	13.800 V		23.000 V		13.000 V				23.000 V				
	I (A)	Fusível	I (A)	Fusível	Fase-fase		Fase-neutro		Fase-fase		Fase-neutro		
				I (A)	Fusível	I (A)	Fusível	I (A)	Fusível	I (A)	Fusível		
10			-			0,72	0,5 H*	1,26	1 H*	0,43	0,5 H	0,72	0,5 H
15	0,63	0,5 H	0,38	0,5 H	1,09	1 H	1,88	2 H	0,65	0,5 H	1,09	1 H	
25			-			1,81	2 H	3,14	5 H	1,09	1 H	1,81	2 H
30	1,26	1 H*	0,75	1 H*	1,26	1 H*	0,75	1 H*	1,26	1 H*	0,75	1 H*	
45	1,88	2 H	1,13	1 H*	1,88	2 H	1,13	1 H*	1,88	2 H	1,13	1 H*	
75	3,14	5 H	1,88	2 H	3,14	5 H	1,88	2 H	3,14	5 H	1,88	2 H	
112,5	4,71	6 K	2,82	3 H	4,71	6 K	2,82	3 H	4,71	6 K	2,82	3 H	
150	6,28	8 K	3,77	5 H	6,28	8 K	3,77	5 H	6,28	8 K	3,77	5 H	
225	9,41	10 K	5,65	6 K									
300	12,55	15 K	7,53	10 K									
500	20,92	20 K	12,55	12 K									

Fonte: CEEE - D (2019)

A tensão nominal do para-raio será de 21kV, pois a rede de distribuição rural é de 23kV de tensão nominal.

Tabela 5 – Para-raios de acordo com a tensão nominal da RDR

Tensão nominal da RDU kV	Tensão nominal do Para-raios kV
13,8	12,0
23,0	21,0

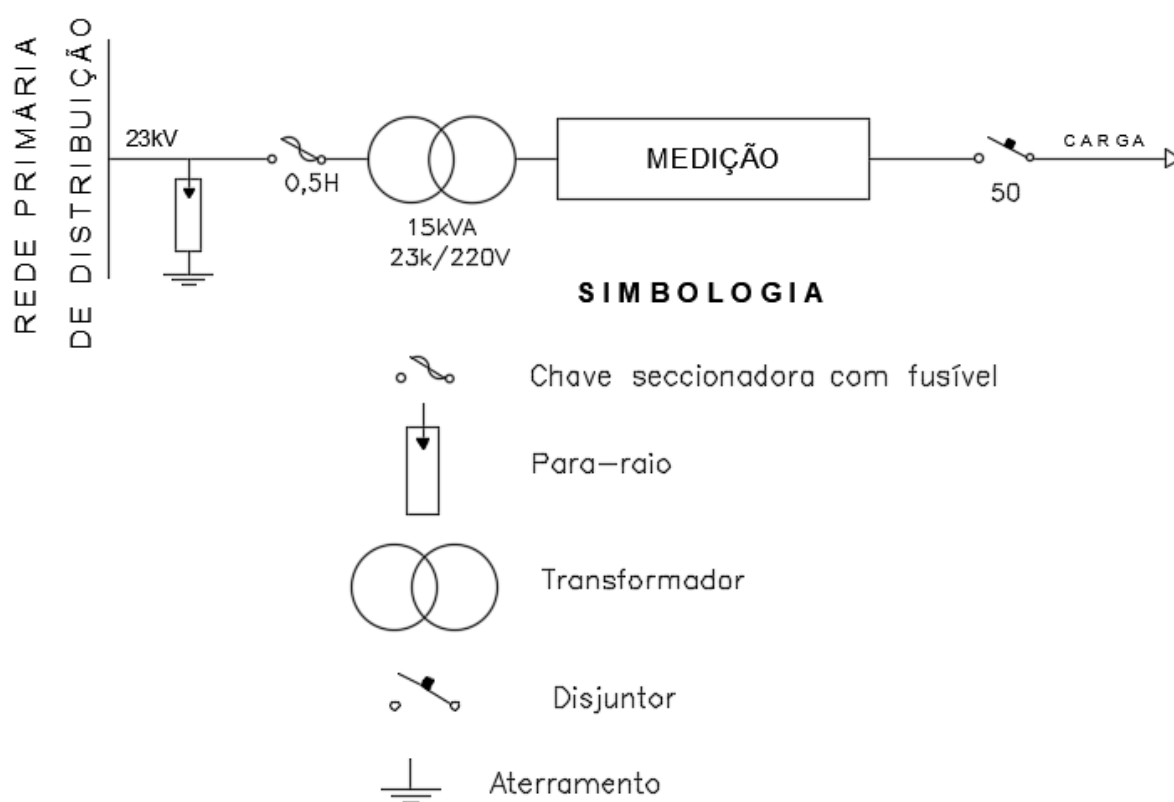
Fonte: CEEE - D (2015)

O cabo da Média tensão será do tipo 4CAA (Cabo de alumínio com alma de aço), geralmente na zona rural é utilizado este, devido as grandes distâncias. Na rede

de baixa tensão monofásica será o cabo de alumínio multiplexado de seção 10mm², como calculado anteriormente no projeto elétrico residencial.

O aterramento deve obedecer aos padrões da concessionária e não ultrapassar de 10 ohms o valor da resistência em qualquer época do ano, para a ligação do transformador, para-raio e chaves fusíveis, será utilizado condutor de cobre nú com seção de 25mm².

Figura 36 – Diagrama unifilar da rede monofásica



Fonte: Autora (2021)

5.3.1 Orçamento do monofásico

Para a proposta de orçamento da rede, consultou-se algumas empresas, como Conduvale Distribuidor elétrico dos Vales, Plenobras Elétricos e Hidráulicos, Cigame Elétricos e Hidráulicos, Rosário Postes e a empresa Engecmeel, onde a discente realizou estágio, sendo assim, o custo da rede foi cotado em fornecedores distintos.

Totalizado o número de estruturas que será utilizado neste projeto, conforme Tabela 6, foi possível contabilizar as despesas com os materiais.

Tabela 6 – Lista de materiais da rede monofásica

LISTA DE MATERIAIS		
Material	Unidade	Quantidade
Isolador pino de porcelana MT	Un.	40
Fita de alumínio para amarração	Kg	2,76
Fita de alumínio	Kg	1,32
Arruela quadrada	Un.	30
Parafuso de cabeça quadrada M16x200mm	Un.	30
Pino de topo	Un.	41
Cinta de diâmetro adequado	Un.	63
Parafuso de cabeça quadrada M16x70mm	Un.	52
Isolador de ancoragem polimérico	Un.	14
Gancho-olhal	Un.	9
Manilha-sapatilha	Un.	9
Olhal para parafuso	Un.	12
Parafuso de cabeça abaulada M16X45mm	Un.	16
Haste de aterramento cobreada	Un.	4
Suporte T	Un.	1
Chave fusível de distribuição	Un.	3
Para-raios	Un.	1
Transformador monofásico 15kVA	Un.	1
Isoladora castanha	Un.	3
Alça pré-formada para estai	Un.	12
Cordoalha de aço	Metros	45
Sapatilha	Un.	6
Haste de âncora	Un.	3
Tora de madeira	Un.	3
Poste de madeira 11 metros	Un.	15
Postes de concreto circular 11 metros/6kN	Un.	3
Postes de concreto circular 11 metros/4kN	Un.	34
Cabo 4 - CAA AWG	Metros	5223,43
Alça pré-formada para cabo 4 -CAA	Un.	18
Cabo multiplexado XLPE 10mm ²	Metros	30
Poste metálico 7 metros	Un.	1
Caixa de medição	Un.	1
Disjuntor de 50 A	Un.	1
Balde de inspeção	Un.	1

Fonte: Autora (2021)

Obteve-se valor de R\$ 115.668,77 para os materiais da extensão de rede monofásica.

5.4 Projeto elétrico trifásico

A extensão de rede trifásica é composta por 36 postes de concreto circular e uma cabina de medição indireta. Os vãos variam entre 30 metros e 120 metros, devido os obstáculos presentes durante o percurso da rede elétrica.

O transformador é de 112,5 kVA, pois deve atender uma carga instalada de 135 CV. Para este transformador a chave fusível deve ser de 3H, conforme a Tabela 7.

Tabela 7 – Elos fusíveis de acordo com a potência do transformador

Capacidade do Transformador (KVA)	Transformadores Trifásicos				Transformadores Monofásicos							
	13.800 V		23.000 V		13.000 V				23.000 V			
					Fase-fase		Fase-neutro		Fase-fase		Fase-neutro	
	I (A)	Fusível	I (A)	Fusível	I (A)	Fusível	I (A)	Fusível	I (A)	Fusível	I (A)	Fusível
10	-				0,72	0,5 H*	1,26	1 H*	0,43	0,5 H	0,72	0,5 H
15	0,63	0,5 H	0,38	0,5 H	1,09	1 H	1,88	2 H	0,65	0,5 H	1,09	1 H
25	-				1,81	2 H	3,14	5 H	1,09	1 H	1,81	2 H
30	1,26	1 H*	0,75	1 H*	1,26	1 H*	0,75	1 H*	1,26	1 H*	0,75	1 H*
45	1,88	2 H	1,13	1 H*	1,88	2 H	1,13	1 H*	1,88	2 H	1,13	1 H*
75	3,14	5 H	1,88	2 H	3,14	5 H	1,88	2 H	3,14	5 H	1,88	2 H
112,5	4,71	6 K	2,82	3 H	4,71	6 K	2,82	3 H	4,71	6 K	2,82	3 H
150	6,28	8 K	3,77	5 H	6,28	8 K	3,77	5 H	6,28	8 K	3,77	5 H
225	9,41	10 K	5,65	6 K								
300	12,55	15 K	7,53	10 K								
500	20,92	20 K	12,55	12 K								

Fonte: CEEE – D (2019)

A tensão nominal do para-raio será de 21 kV, pois a rede de distribuição rural é de 23 kV de tensão nominal, conforme Tabela 5.

O cabo da Média tensão será do tipo 4CAA (Cabo de alumínio com alma de aço), geralmente na zona rural é utilizado este, devido as grandes distâncias.

A medição é de forma indireta em BT, porque há somente um transformador na unidade consumidora e este é menor que 300 kVA, na tensão de 380/220 V e será conforme a Figura 37.

O aterramento deve obedecer aos padrões da concessionária e não ultrapassar de 10 ohms o valor da resistência em qualquer época do ano, para a ligação do transformador, serão utilizadas chaves fusíveis do tipo C 300A, tendo como interrupção mínima 6,3 kA para tensão nominal de 23 kV. Será utilizado condutor de

cobre nú com seção de 35mm² para o aterramento dos transformados e partes metálicas.

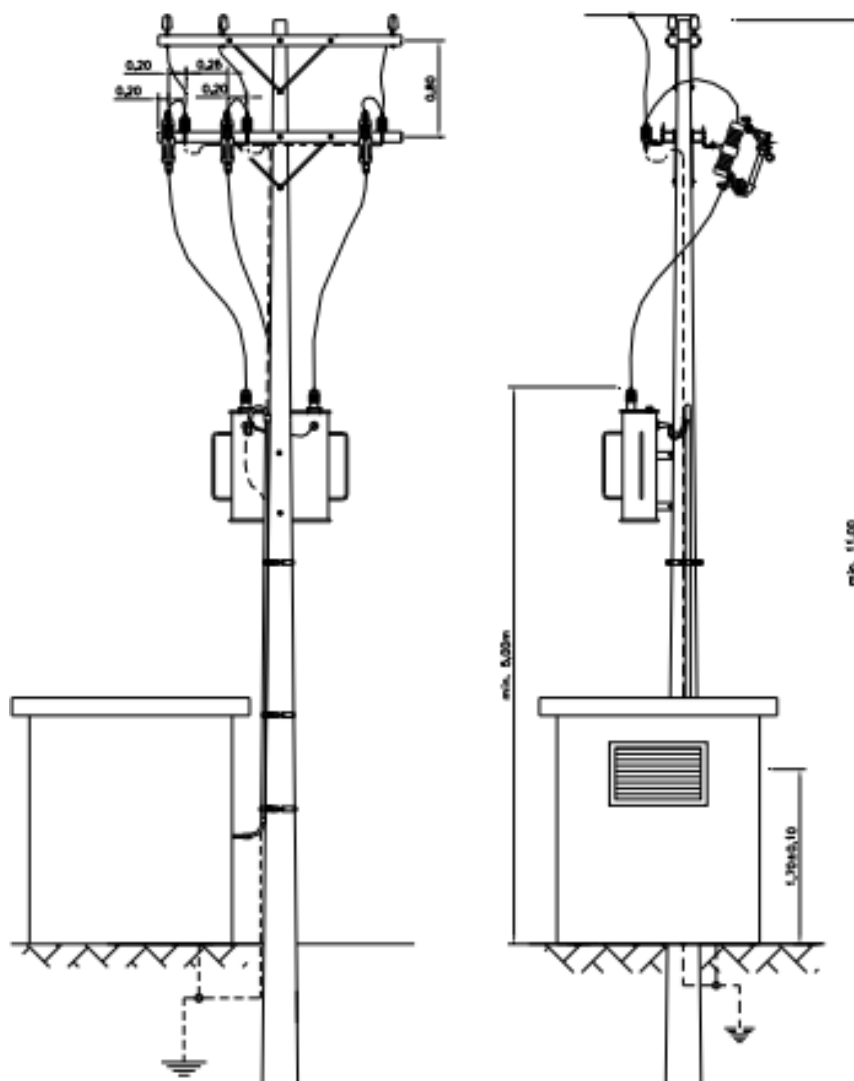
Para esta demanda, utilizou-se um transformador de 175A, conforme pode ser observado na Tabela 8.

Tabela 8 – Dimensionamento até 300 kVA

Condutores isolados ou cabos unipolares com isolação em PVC						
220/127 V		1/FASE	2/FASE	NEUTRO	ATERRAMENTO	PROTEÇÃO
Transformador (kVA)	Disjuntor (A)	Seção (mm ²)				
30	80	25	-	25	25	16
45	125	50	-	25	25	25
75	200	95	50	50	25	50
112,5	300	185	95	95	50	95
150	400	300	150	150	50	150
225	600	-	240	240	70	240
380/220 V		1/FASE	2/FASE	NEUTRO	ATERRAMENTO	PROTEÇÃO
Transformador (kVA)	Disjuntor (A)	Seção (mm ²)				
30	50	10	-	10	25	10
45	70	25	-	25	25	16
75	125	50	-	25	25	25
112,5	175	95	35	50	25	50
150	250	150	70	70	35	95
225	350	240	120	120	50	120
300	450	400	185	185	70	240

Fonte: CEEE – D (2019)

Figura 37 – Subestação em poste simples com medição abrigada



Fonte: CEEE – D (2018)

5.4.1 Orçamento do trifásico

Para o orçamento da rede, consultou-se algumas empresas, como Conduvale Distribuidor elétrico dos Vales, Plenobras Elétricos e Hidráulicos, Cigame Elétricos e Hidráulicos, Rosário Postes e a empresa Engecmeel, onde a discente realiza estágio.

Foi totalizado o número de estruturas que será utilizado neste projeto, conforme Tabela 9 e a partir disso contabilizado as despesas com os materiais.

Tabela 9 – Lista de materiais da rede trifásica

(continuação)

LISTA DE MATERIAIS		
Material	Unidade	Quantidade
Isolador de ancoragem polimérico	Un.	12
Arruela quadrada	Un.	200
Cintas de diâmetro adequado	Un.	85
Gancho Olhal	Un.	36
Manilha sapatilha	Un.	36
Mão francesa plana	Un.	96
Olhal para parafuso	Un.	39
Parafuso de cabeça abaulada M16x45mm	Un.	66
Parafuso de cabeça abaulada M16x150mm	Un.	59
Parafuso de cabeça quadrada M16x125mm	Un.	118
Parafusos de rosca dupla M16xcomprimento adequado	Un.	36
Sela de cruzeta	Un.	58
cruzeta de fibra 2,40 metros	Un.	58
Armação secundária de dois estribos	Un.	1
Haste de aterramento	Un.	3
Parafusos de rosca dupla M16x450mm	Un.	2
Suporte para transformador	Un.	2
Chave fusível de distribuição	Un.	6
Para-raios	Un.	3
Isolador pino de porcelana MT	Un.	132
Fio de alumínio para amarração	kg	9,1
Fita de alumínio	kg	4,31
Pinos de cruzeta	Un.	72
Isoladora castanha	Un.	3
Alça pré-formada para estai	Un.	12
Cordoalha de aço	metros	45
Haste de âncora	Un.	3
Tora de madeira	Un.	3
Cabina de alvenaria completa	Un.	1
Conector para haste de aterramento	Un.	1
Balde de inspeção (caixa de inspeção) para aterramento	Un.	1
Cabo de cobre nu 35mm ²	metros	40
Conector para cabo KSU para cabo 35mm ²	Un.	20
Conector YZ de compressão para cabo de 35mm ²	Un.	20
Caixa de medição indireta com módulo pequeno	Un.	1
Eletroduto PVC 4 polegadas	Un.	2
Curva PVC 4 polegadas	Un.	6

Tabela 9 – Lista de materiais da rede trifásica

(conclusão)

Luva PVC 4 polegadas	Un.	6
Cabo semi rígido 1x95mm ² PVC isolação 750V	metros	50
Disjuntor em caixa moldada de 175A	Un.	1
Conectores 1x95mm ² (isol 750V)	Un.	16
Cabo 1x16mm ² (cor verde)	metros	10
Cabo 1x16mm ² (cor azul)	metros	10
Conector YA 16mm ²	Un.	4
Suporte fixação de disjuntor em caixa moldada 175A	Un.	4
Eletroduto de 1 polegada	Un.	1
Curva 1 polegada	Un.	1
Conjunto de bucha e arruela de 1 polegada	Un.	1
Luvras de 1 polegada	Un.	2
Conjunto de bucha e arruela de alumínio fundido 4 polegadas	Un.	4
Cinta de fita para amarração de eletroduto em poste com presilha	Un.	6
cabo 4-CAA AWG	metros	10106,85
Alça pré-formada	Un.	36
Postes de concreto cônico 6kn	Un.	3
Postes de concreto cônico 4kn	Un.	33

Fonte: Autora (2021)

Obteve-se valor de R\$ 212.037,02 para os materiais da extensão de rede trifásica.

5.4.2 Análise de investimento

Através do modelo base de pivô, utilizado neste estudo, o mesmo foi financiado pela linha de crédito MADERINFRA no Banco do Estado do Rio Grande do Sul (Banrisul), tendo uma taxa de 7% ao ano. Sendo assim, foi realizado a simulação do financiamento, conforme Tabela 10, esse valor é referente ao do produtor rural de Dom Pedrito/RS.

Tabela 10 – Financiamento Moderinfra do Banco do Estado do Rio Grande do Sul

(continuação)

	SALDO DEVEDOR	JUROS	AMORTIZAÇÃO	PARCELA
0	R\$ 700.000,00			
1	R\$ 630.000,00	R\$ 49.000,00	R\$ 70.000,00	R\$ 119.000,00

Tabela 10 – Financiamento Moderinfra do Banco do Estado do Rio Grande do Sul
(conclusão)

2	R\$ 560.000,00	R\$ 44.100,00	R\$ 70.000,00	R\$ 114.100,00
3	R\$ 490.000,00	R\$ 39.200,00	R\$ 70.000,00	R\$ 109.200,00
4	R\$ 420.000,00	R\$ 34.300,00	R\$ 70.000,00	R\$ 104.300,00
5	R\$ 350.000,00	R\$ 29.400,00	R\$ 70.000,00	R\$ 99.400,00
6	R\$ 280.000,00	R\$ 24.500,00	R\$ 70.000,00	R\$ 94.500,00
7	R\$ 210.000,00	R\$ 19.600,00	R\$ 70.000,00	R\$ 89.600,00
8	R\$ 140.000,00	R\$ 14.700,00	R\$ 70.000,00	R\$ 84.700,00
9	R\$ 70.000,00	R\$ 9.800,00	R\$ 70.000,00	R\$ 79.800,00
10	R\$ 0,00	R\$ 4.900,00	R\$ 70.000,00	R\$ 74.900,00
TOTAL		R\$ 269.500,00	R\$ 700.000,00	R\$ 969.500,00

Fonte: Autora (2021)

Na Tabela 10, a amortização é o valor total devedor dividido pelo número de anos do financiamento, totalizando em uma amortização de R\$ 70.000,00 por ano. O juro foi realizado, conforme a taxa do banco. Por exemplo no ano “0”, o cliente tem um saldo devedor de R\$ 700.000,00, o juro sobre esse valor é de R\$ 49.000,00, apresentando uma parcela de R\$ 119.000,00. No ano “1”, o saldo devedor é menos a amortização, sendo igual à R\$ 630.000,00, o juro sobre esse valor é R\$ 44.100,00, totalizando uma parcela de R\$ 114.100,00, e assim segue para os próximos anos.

Para a estimativa dos custos por hectare, foi conversado com o produtor rural Vanderlei Moro, sobre os custos da produção, levando em consideração a safra de 2020/2021, conforme a Tabela 11.

Tabela 11 – Safra 2021/2021

CUSTOS VÁRIAVEIS	1 HA
Semente certificada	R\$ 480,00
Fertilizante	R\$ 875,00
Defensivos (veneno, secante, fungicida)	R\$ 650,00
Transporte	R\$ 125,00
Diesel (Plantação e colheita)	R\$ 134,40
Manutenção de maquinários	R\$ 135,13
CUSTOS FIXOS	
Mão de obra	R\$ 300,00
TOTAL	R\$ 2.699,53

Fonte: Autora (2021)

Tabela 12 – Estimativa sem pivô

CULTURA	Área (ha)	Produção média (sacas/ha)	Quant. produzida (sacas)	Custos (R\$/ha)	Custo total (R\$)	Preço por saca	Receita total	Receita líquida
SOJA	111	40	4440	R\$ 2.699,53	R\$ 299.647,83	R\$ 155,00	R\$ 688.200,00	R\$ 388.552,17
TOTAL							R\$ 688.200,00	R\$ 388.552,17

Fonte: Autora (2021)

Na Tabela 12 é demonstrado a estimativa decorrente da cultura de soja sem a utilização do pivô central fixo. Utilizou-se uma produção média de 40 sacas por hectare, conforme a região de Bagé que apresenta está média de produção, a área é de 111 hectares, totalizando uma produção total de 4440 sacas. Os custos são utilizados da Tabela 11, no qual são para 1 hectare, ou seja, apresentando um custo total de R\$ 299,647,83 em 111 hectares. O preço por saca considerou-se o valor do ano de 2021, apresentando um alto aumento em relação ao ano de 2020. Portanto obteve-se uma receita total igual à R\$ 688.200,00, através da quantidade produzida e do preço por saca. Para a receita líquida, utilizou-se a receita total descontado o valor do custo total para essa área.

Tabela 13 – Estimativa com pivô

CULTURA	Área (ha)	Produção média (sacas/ha)	Quant. produzida (sacas)	Custos (R\$/ha)	Custo total (R\$)	Preço por saca	Receita total	Receita líquida
SOJA	111	52	5772	R\$ 2.699,53	R\$ 299.647,83	R\$ 155,00	R\$ 894.660,00	R\$ 595.012,17
TOTAL							R\$ 894.660,00	R\$ 595.012,17

Fonte: Autora (2021)

Na Tabela 13 é demonstrado a estimativa decorrente do cultivo de soja com a utilização do pivô central fixo. Conforme (TELLES, 2013) a produção pode apresentar um aumento de até 50%, porém, neste estudo de caso considerou-se um aumento de 30% da safra sem pivô central fixo, pois não é sempre que será atingido essa produção, apresentando 52 sacas por hectare.

Tabela 14 – Despesa do pivô central

DESPESAS PIVÔ	
	ANO 0
Instalação do pivô	R\$ 180.000,00
Materiais da rede elétrica	R\$ 212.037,02
Instalação da rede elétrica	R\$ 57.000,00
Construção da barragem	R\$ 200.000,00
SUBTOTAL	R\$ 649.037,02
Parcela de amortização do investimento	R\$ 70.000,00
Parcela de juros do investimento	R\$ 49.000,00
CUSTO TOTAL 1º ANO	R\$ 119.000,00

Fonte: Autora (2021)

Na Tabela 14, estão representadas as despesas referentes ao pivô central fixo, sendo que o valor da instalação, instalação da rede elétrica (foi orçado pela Empresa Engecmeel) e construção da barragem são dados empíricos. Os materiais da rede elétrica foram contabilizados, como já citado anteriormente, e também está representado o custo no primeiro ano, que será a soma da amortização juntamente com o valor do juro, conforme já calculado na Tabela 10.

Tabela 15 – VPL E Fluxo de caixa

ANO	Entrada	Saída	FLUXO DE CAIXA	VP
0		R\$ 649.037,02	-R\$ 649.037,02	-R\$ 649.037,02
1	R\$ 595.012,17	R\$ 119.000,00	R\$ 476.012,17	R\$ 423.121,93
2	R\$ 595.012,17	R\$ 114.100,00	R\$ 480.912,17	R\$ 379.979,99
3	R\$ 595.012,17	R\$ 109.200,00	R\$ 485.812,17	R\$ 341.201,41
4	R\$ 595.012,17	R\$ 104.300,00	R\$ 490.712,17	R\$ 306.349,19
5	R\$ 595.012,17	R\$ 99.400,00	R\$ 495.612,17	R\$ 275.029,54
6	R\$ 595.012,17	R\$ 94.500,00	R\$ 500.512,17	R\$ 246.887,73
7	R\$ 595.012,17	R\$ 89.600,00	R\$ 505.412,17	R\$ 221.604,23
8	R\$ 595.012,17	R\$ 84.700,00	R\$ 510.312,17	R\$ 198.891,28
9	R\$ 595.012,17	R\$ 79.800,00	R\$ 515.212,17	R\$ 178.489,80
10	R\$ 595.012,17	R\$ 74.900,00	R\$ 520.112,17	R\$ 160.166,54
VPL DO PROJETO				R\$ 2.082.684,63

Fonte: Autora (2021)

Através da receita líquida por hectare e os custos com o financiamento e implantação do pivô central, realizou-se o fluxo de caixa para cada ano, portanto, no ano “0” apresentou um fluxo negativo, pois ainda não houve retorno do investimento, ou seja, somente apresentou uma saída com os valores das despesas com o pivô. Em seguida calculou-se o valor presente desses fluxos com uma taxa de 12,5% ao ano, ou seja, quanto este fluxo de caixa no futuro valerá no presente. O VPL é a soma do valor presente do fluxo de caixa do projeto, na Tabela 15, está demonstrado o Valor Líquido Presente, onde este é um valor positivo, ou seja, o projeto é economicamente viável. Os valores apresentados na Tabela 15 foram altos, porém foram considerados os custos do ano de 2020, onde estes apresentavam valores menores e valores por saca de soja do ano de 2021, onde houve um aumento, também não foram considerados tanto o custo do pivô com energia elétrica, quanto o custo de manutenção.

5.5 Dimensionamento do sistema solar

Realizou-se uma estimativa da quantidade de horas em que os aparelhos elétricos do projeto residencial serão utilizados por mês, obtendo um consumo energético mensal, conforme Tabela 16.

Tabela 16 – Consumo energético residencial

Meses	Chuveiro (kWh/mês)	Geladeira (kWh/mês)	Televisor (kWh/mês)	Lâmpadas Led (kWh/mês)	Energia total consumida (kWh/mês)
Janeiro	78,75	36,6	24	50,472	189,822
Fevereiro	78,75	36,6	24	50,472	189,822
Março	78,75	36,6	24	50,472	189,822
Abril	78,75	36,6	24	50,472	189,822
Maio	255	36,6	24	50,472	366,072
Junho	255	36,6	24	50,472	366,072
Julho	255	36,6	24	50,472	366,072
Agosto	255	36,6	24	50,472	366,072
Setembro	255	36,6	24	50,472	366,072
Outubro	78,75	36,6	24	50,472	189,822
Novembro	78,75	36,6	24	50,472	189,822
Dezembro	78,75	36,6	24	50,472	189,822
Energia Total consumida (kWh/ano)					3159,114

Fonte: Autora (2021)

Para se obter valores teóricos mais precisos, utilizou-se a potência ativa do chuveiro igual à 2100 W para estação do verão e para a estação do inverno, uma potência ativa igual à 6800 W, conforme Aneel (2001a), tendo um consumo de energia mensal para o verão de 78,75 kWh/mês e para o inverno de 255 kWh/mês.

Para o consumo da geladeira, utilizou o modelo CRB39AB, marca Consul, apresentando um consumo mensal de energia de 36,6kWh, Afubra (2021). Para o televisor e as lâmpadas Led, realizou-se uma estimativa do tempo de uso diário, em seguida o consumo de energia diário e por último, o consumo de energia mensal, conforme está demonstrado na Tabela 16.

De acordo com o Cresesb (2021), a irradiação solar média diária para as coordenadas do local é de 4,53kWh/m².dia. Além disso, com o valor de consumo energético anual descontado do custo de disponibilidade total da utilização do sistema de distribuição para o consumidor monofásico, encontra-se a potência do sistema sendo de 1,7kWp.

$$P_{instalada} = \frac{\text{Energia consumida anual} - \text{Custo de disp.}}{\text{irradiação diaria} * 365} \quad (5)$$

$$P_{instalada} = \frac{3159 - (30 * 12)}{4,53 * 365} = 1,7kWp \quad (6)$$

Simulando um sistema de 1,7 kWp através do site PVWatts, obteve-se uma energia anual gerada de 2,167 kWh/ ano e a energia injetada referente a cada mês, conforme a Tabela 17. O custo de disponibilidade para o consumidor monofásico é de 30kWh, conforme Resolução Normativa Aneel nº 414/2010 e o valor da tarifa de energia considerou-se do grupo B2 (rural) com impostos, R\$ 0,695/ kWh da concessionária da região. No consumo de energia a partir de geração distribuída há cobrança da tarifa de energia (Te) e a tarifa de uso do sistema de distribuição (Tusd) separadamente, tanto para o consumo, custo de disponibilidade e para a energia injetada, variando os valores entre elas. No quadro 10, está representado os valores das tarifas atualizadas para o grupo B2 (rural) da CEEE Equatorial Energia, no qual a discente levantou esses dados de uma fatura de energia de um consumidor que apresenta as mesmas

características do estudo. Observa-se que a tarifa TUSD apresenta valores diferentes para consumo e para a energia injetada.

Quadro 10 – Preço por kWh para suas respectivas tarifas

Consumo TUSD	R\$ 0,359141
Consumo Te	R\$ 0,336328
Custo Disp. Microgerador TUSD	R\$ 0,359000
Custo Disp. Microgerador Te	R\$ 0,336333
Energia Injetada TUSD	R\$ 0,251406
Energia Injetada Te	R\$ 0,336328

Fonte: Autora (2021)

Tabela 17 – Consumo e geração anual

Meses	Consumo (kWh)	Injetado (kWh)	Crédito Acu. (kWh)	Sem GD	Com GD	Diferença
Janeiro	189,822	258	68,178	R\$ 131,93	R\$ 41,31	R\$ 90,62
Fevereiro	189,822	204	82,356	R\$ 131,93	R\$ 41,31	R\$ 90,62
Março	189,822	199	91,534	R\$ 131,93	R\$ 41,31	R\$ 90,62
Abril	189,822	150	51,712	R\$ 131,93	R\$ 41,31	R\$ 90,62
Maio	366,072	128	0	R\$ 254,42	R\$ 148,97	R\$ 105,45
Junho	366,072	103	0	R\$ 254,42	R\$ 194,06	R\$ 60,36
Julho	366,072	117	0	R\$ 254,42	R\$ 185,83	R\$ 68,59
Agosto	366,072	145	0	R\$ 254,42	R\$ 169,37	R\$ 85,05
Setembro	366,072	167	0	R\$ 254,42	R\$ 156,44	R\$ 97,98
Outubro	189,822	216	26,178	R\$ 131,93	R\$ 41,31	R\$ 90,62
Novembro	189,822	232	68,356	R\$ 131,93	R\$ 41,31	R\$ 90,62
Dezembro	189,822	248	126,534	R\$ 131,93	R\$ 41,31	R\$ 90,62
TOTAL	3159,114	2167	X	R\$ 2.195,58	R\$ 1.143,84	R\$ 1.051,74

Fonte: Autora (2021)

Na Tabela 17 é demonstrado os cálculos do sistema de compensação de energia, conforme a Resolução Normativa Aneel nº 687/2015, a energia ativa é

injetada ao sistema da distribuidora e posteriormente é entregue novamente à unidade consumidora para compensar o consumo de energia elétrica (ANEEL, 2015).

Por exemplo, no mês de janeiro, foi injetado 258 kWh e apresentou um consumo de 189,822 kWh, sendo assim, foi entregue à unidade consumidora somente o equivalente para compensar o consumo, a diferença entre a energia consumida e a energia injetada, resultou em créditos para o consumidor, portanto o consumidor realizará o pagamento somente pelo custo de disponibilidade (30 kWh). Por exemplo, no mês de maio, o valor de energia injetada apresentou um valor menor que o consumo, sendo assim, será compensado os 128 kWh (energia injetada no mês) + 51,712 kWh (Crédito acumulado do mês anterior), apresentando 179,721 kWh total de energia injetada, a diferença entre essa energia e o consumo, o cliente realiza o pagamento.

Com base nos dados da Tabela 17 e nos dados obtidos no PVWatt, obteve-se uma economia anual aproximadamente de R\$ 1.051,74 no primeiro ano, conseqüentemente, representando uma economia de 47,9% no custo com a fatura de energia, observado nesta tabela, onde apresentou um total de R\$ 2.195,58 sem GD e um total de R\$ 1.143,84 com o sistema.

No valor de energia injetada, é a estimativa do valor total gerado por este sistema dimensionado pelo site do PVWatts. Quando a energia injetada é maior que o consumo residencial, há um crédito gerado, contudo o consumidor somente paga o custo de disponibilidade monofásico, sendo de 30 kWh. Quando a energia injetada é menor que o consumo residencial, o consumidor pode utilizar os créditos acumulados, ou, se não houver créditos, o consumidor realiza o pagamento da diferença entre a energia injetada e consumida.

5.6 Discussão geral

A partir dos orçamentos obtidos, observa-se que o sistema trifásico não apresentou diferença significativa em relação ao custo da rede monofásica, comparando com os benefícios que este sistema trifásico leva para a propriedade, pois o produtor tem a possibilidade de aumentar a produção, tanto com o uso do pivô central, podendo aumentar sua safra em 50% e sempre havendo safra garantida,

quanto, há possibilidade de aumentar os equipamentos elétricos e realizar manutenção das máquinas, um ponto importante citado pelo arrendatário no dia da entrevista.

Somente no projeto monofásico, na Tabela 18, é observado uma alta redução de custos comparado com a situação em que a propriedade se encontra hoje, uma redução de 94,6% nos custos mensais. Porém, não foi considerado os custos dos materiais da rede elétrica e a instalação da mesma.

Tabela 18 – Comparação de custos da rede elétrica monofásica com o uso do gerador à diesel

Consumo médio energético (kWh/mês)	Tarifa de energia (R\$/kWh)
263,26	0,695
Custo mensal com rede monofásica	R\$ 182,96
Custo mensal com gerador à diesel	R\$ 3.380,00

Fonte: Autora (2021)

Na Tabela 19, é observado uma redução considerável no custo com a fatura de energia da rede monofásica incluindo o sistema solar, apresentando em torno de 47,9 % de economia.

Tabela 19 – Comparativo de custo com e sem GD

Custo total da rede monofásica sem GD	R\$ 2.195,58
Custo total da rede monofásica com GD	R\$ 1.143,84
Economia	R\$ 1.051,74
Redução do custo	47,9 %

Fonte: Autora (2021)

No sistema trifásico, o consumidor deixa de ser do grupo B (fornecimento de tensão menor que 2,3kV) e passa a ser do grupo A (fornecimento de tensão igual ou maior à 2,3kV), onde, segundo a Resolução Normativa Aneel nº 414/2010, a atividade

rural é classificada em classe I - b, quando esta é relacionado a atividades de irrigação. Além disso, o consumidor irrigante recebe descontos na tarifa da energia elétrica por exercer esta atividade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo buscou solucionar um déficit presente na propriedade rural, no qual seria, a falta de energia elétrica, dificultando o desenvolvimento sustentável e econômico dela. O projeto realizado na iluminação dos ambientes trará adequação a legislação vigente e conforto. Através dos projetos elétricos realizados para a propriedade, tanto o monofásico, quanto o trifásico, ambos irão facilitar a permanência do homem no campo, impactando diretamente na qualidade de vida para os colaboradores do local, como um simples banho, higienização, viabilizando o uso de água potável, manutenção da propriedade, segurança do local, como também aumentando a produção, podendo ser observado ao decorrer do estudo com a implantação de irrigação, sendo um cenário futuro.

A irrigação é um fator importante no aumento da produção quando operada adequadamente, sendo que é uma garantia de safra, pois na região de Bagé predomina longos períodos sem chuva. Neste estudo foi demonstrado que para esta propriedade rural é economicamente viável a implantação deste tipo de manejo.

Além disso, todos os projetos elétricos foram realizados de forma eficientemente energética, conseqüentemente, reduzindo os custos em relação a fatura de energia. Somente com o dimensionamento do projeto monofásico, os custos reduziram em torno de 94,6% em comparação com a situação atual em que a propriedade se encontra, reduzindo a dependência do uso de gerador à diesel para a conversão de energia elétrica. Através do cenário do sistema solar, este também apresenta uma economia viável, podendo haver redução da fatura de energia elétrica de 47,9%.

Portanto, o presente estudo atingiu seus objetivos citados inicialmente, como análise de cenários energéticos com seus respectivos cálculos de cargas, como projeto residencial, monofásico, trifásico. Dimensionamento de energia alternativa, o sistema solar, levando sempre em consideração os benefícios que ambos irão trazer para a propriedade. Como também foi realizado o estudo de viabilidade econômica da implantação destes projetos. Além disso, foi realizado um artigo referente à este estudo de caso.

Neste estudo de caso não foi realizado os cálculos de queda de tensão no trecho da rede elétrica monofásica e trifásica e não foi considerado a corrente de curto – circuito na rede trifásica, ambos deverão ser realizados caso venha ser apresentando os projetos à concessionária da região. Na análise de viabilidade econômica do pivô central fixo, não foram considerados os custos com energia elétrica, como também, não foram consideradas as manutenções durante o decorrer dos anos, visto disso, estas análises podem ser realizadas em trabalhos futuros.

Além disso, para trabalhos futuros, pode-se realizar a análise do segundo ano com o sistema solar, visto que, os últimos meses gerou um crédito acumulado que irá influenciar nos primeiros meses do ano seguinte. Através desta análise do próximo ano é possível verificar se é necessário um sistema maior. Também pode-se realizar uma análise financeira do sistema em função do consumo e do custo de instalação.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA IBGE NOTÍCIAS. **Em maio, IBGE prevê safra de 262,8 milhões de toneladas para 2021.** Agência IBGE, 2021. Disponível em:

<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/30916-em-maio-ibge-preve-safra-de-262-8-milhoes-de-toneladas-para-2021>. Acesso em: 17 set. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **A sua Conta de Luz por sua Conta.** Brasília, DF: Aneel, 2001. Disponível em:

[https://www.aneel.gov.br/documents/656835/16505063/2001_A Sua Conta Luz Sua Conta.pdf/c6bd653a-7dcc-3925-c055-9d162984ccac#:~:text=Os%20modelos%20mais%20comuns%20t%C3%AAm,de%202.100%20a%203.500%20W.&text=DICA%3A%20-%20Verifique%20as%20pot%C3%AAncias%20identificadas,horas\)%20%3D%20total%20em%20kWh](https://www.aneel.gov.br/documents/656835/16505063/2001_A Sua Conta Luz Sua Conta.pdf/c6bd653a-7dcc-3925-c055-9d162984ccac#:~:text=Os%20modelos%20mais%20comuns%20t%C3%AAm,de%202.100%20a%203.500%20W.&text=DICA%3A%20-%20Verifique%20as%20pot%C3%AAncias%20identificadas,horas)%20%3D%20total%20em%20kWh). Acesso em: 3 out. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Programa de Incentivo às Fontes Alternativas.** Aneel, 2015a. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/proinfa>. Acesso em: 20 jan. 2021.

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. Brasília, DF: Aneel, [2010]. Disponível em:

<https://www.aneel.gov.br/documents/656877/14486448/bren2010414.pdf/3bd33297-26f9-4ddf-94c3-f01d76d6f14a?Version=1.0>. Acesso em: 4 out. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015.** Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Brasília, DF: Aneel, [2015b]. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em: 5 out. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012.** Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília, DF: Aneel, [2012]. Disponível em:

<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Universalização.** Universalização dos Serviços Públicos de Energia Elétrica. Aneel, 2016. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/universalizacao>. Acesso em: 5 out. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. **Tecnologia solar fotovoltaica avança em áreas rurais brasileiras**. São Paulo: ABSOLAR, 2018. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/energia-solar-fotovoltaica-avanca-em-areas-rurais-brasileiras/>. Acesso em: 11 ago. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 8995**: Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: Interior. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BARROS, Benjamin Ferreira de; BORELLI, Reinaldo; GEDRA, Ricardo. **Geração, Transmissão, Distribuição e Consumo de Energia Elétrica**. 1 ed. São Paulo: Editora Érica, 2014.

BRASIL. **Decreto nº 7.520, de 8 de julho de 2011**. Institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica – “LUZ PARA TODOS”, para o período de 2011 a 2014, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2011]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/d7520.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%207.520%2C%20DE%208,que%20lhe%20confere%20o%20art. Acesso em: 21 jan. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 62.655, de 3 de maio de 1968**. Regulamenta a execução de Serviços de Eletrificação Rural mediante autorização para uso privativo, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [1968]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/d62655.htm. Acesso em: 21 jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002**. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis nº 9.427, de 26 de dezembro de 1992, nº 9.648, de 27 de maio de 1998, nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961, nº 5.655, de 20 de maio de 1971, nº 5.899, de 5 de julho de 1973, nº 9.991, de 24 de julho de 2000, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2002]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2002/L10438compilada.htm. Acesso em: 5 out. 2021.

BRASIL. **Resolução nº 1.076, de 5 de julho de 2016.** Discrimina as atividades e competências profissionais do engenheiro de energia e insere o título na Tabela de Títulos Profissionais do Sistema Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/23179709/do1-2016-07-13-resolucao-n-1-076-de-5-de-julho-de-2016-23179622. Acesso em: 5 out. 2021.

CEEE EQUATORIAL ENERGIA. **Distribuição.** Disponível em: <https://ceee.equatorialenergia.com.br/distribuicao>. Acesso em: 12 ago. 2021.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **Alternativas Energéticas: uma visão Cemig.** Belo Horizonte: CEMIG, 2012. Disponível em: <https://www.solenerg.com.br/wp-content/uploads/2013/04/Alternativas-Energ%C3%A9ticas-Uma-Visao-Cemig.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2021.

CENTRAL IRRIGAÇÃO. **Pivô.** Disponível em: <https://centralirrigacao.com.br/pivo/>. Acesso em: 15 set. 2021.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA AS ENERGIAS SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE S. BRITO. **Potencial Solar – SunData v 3.0.** Coordenada Geográfica. CRESESB, 2021. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>. Acesso em: 17 set. 2021.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO. **Energia Solar: Princípios e aplicações.** CRESESB, 2006. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf. Acesso em: 19 jul. 2021.

COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Instrução técnica, IT – 81.002.** Elaboração de projetos de redes áreas de distribuição rural. CEEE – D, 2015. Disponível em: <https://ceee.equatorialenergia.com.br/normas-tecnicas/procedimentos>. Acesso em: 28 ago. 2021.

COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Regulamento de Instalações Consumidoras (RIC).** Fornecimento em tensão secundária de distribuição. Rede de distribuição aérea. CEEE – D, 2017. Disponível em: <https://ceee.equatorialenergia.com.br/normas-tecnicas/ric>. Acesso em: 08 ago. 2021.

COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Regulamento de Instalações Consumidoras (RIC)**. Fornecimento em tensão primária de distribuição. Média tensão – até 25kV. CEEE – D, 2018. Disponível em: <https://ceee.equatorialenergia.com.br/normas-tecnicas/ric>. Acesso em: 08 ago. 2021.

COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA. **Padronização, PAD – 11.003**. Estruturas para redes aéreas de distribuição com condutores nus. CEEE – D, 2021. Disponível em: <https://ceee.equatorialenergia.com.br/normas-tecnicas/padronizacoes>. Acesso em: 29 ago. 2021.

COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA. **Padronização, PAD – 11.100**. Simbologia. CEEE – D, 2019. Disponível em: <https://ceee.equatorialenergia.com.br/normas-tecnicas/procedimentos>. Acesso em: 02 ago. 2021.

CAMINHOS DA ENERGIA [S. l.: s. n.], 2011. 1 vídeo (25 min). Publicado pelo canal CPFL Energia. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=3j8DV2W1nWg>. Acesso em: 18 jan. 2021.

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**. 15. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

CRUZ, Cassiano N. P.; MOURAD, Anna L.; MORÍNIGO, Marcos A.; SANGA, Godfrey. Eletrificação rural: benefícios em diferentes esferas. **Scielo Proceedings**, 2004. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022004000100050&sc_rpt=sci_arttext. Acesso em: 15 jun. 2021.

EMATER/RS. **Irrigação**. Porto Alegre: Emater/RS, 2009. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/site/area-tecnica/apoio-a-gestao-e-producao/irrigacao.php#.YV7wgNrMLIX>. Acesso em: 4 out. 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Eficiência Energética**. EPE, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/eficiencia-energetica>. Acesso em: 30 ago. 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Matriz energética e elétrica**. EPE, 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 16 jan. 2021.

FEDERAÇÃO DAS COOPERATIVAS DE ENERGIA, TELEFONIA E DESENVOLVIMENTO RURAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Nossa História**. FECOERGS, 2021. Disponível em: <https://www.fecoergs.com.br/pagina.php?cont=historia>. Acesso em: 22 jan. 2021.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Energia e meio ambiente no Brasil. **SciELO Brasil**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 7-20, jan./abr. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/tk9tsKdqdKSy3CzMf58V9bw/?lang=pt>. Acesso em: 19 jan. 2021.

KAGAN, Nelson; OLIVEIRA, Carlos César Barioni de; ROBBA, Ernesto João. **Introdução aos sistemas de distribuição de energia elétrica**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

KOBER, Litiane Dias da. **Análise da viabilidade econômica da implantação de um pivô de irrigação em uma propriedade rural do município de Condor/RS**. Orientador: Nilson Luiz Costa. 2019. 33 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas) - Departamento de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Santa Maria, Palmeira das Missões, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/20881>. Acesso em: 10 set. 2021.

LOJAS AFUBRA. **Geladeira / Refrigerador Consul Frost Free, com Gavetão Hortifutri, 342L, Branco - CRB39AB 220V**. Santa Cruz do Sul: Lojas afubra, 2021. Disponível em: <https://www.lojasafubra.com.br/refrigerador-consul-frost-free-342l-branco-crb39-220v-/p>. Acesso em: 6 out. 2021.

MARCHETTI, Delmar. **Irrigação por pivô central**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Assessoria Técnico – Administrativa. Brasília, 1983. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/92443/irrigacao-por-pivo-central>. Acesso em: 15 set. 2021.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Programa de Eletrificação Rural**. MME, 2003. Disponível em: https://www.mme.gov.br/luzparatodos/Asp/o_programa.asp. Acesso em: 22 jan. 2021.

NASCIMENTO, Raphael Santos do; ALVES, Prof. Dra. Geziele Mucio. **Fontes Alternativas e Renováveis de Energia no Brasil: Métodos e benefícios ambientais**. Educação e Ciência para a Cidadania Global, Univap, p. 1-6, out. 2016. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2016/anais/arquivos/0859_1146_01.pdf. Acesso em: 20 jan. 2021.

NETO, Alberto Hernandez *et al.* **Energias renováveis, geração distribuída e eficiência energética.** 2. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

NEVES, Filipe Gabriel Gama Rodrigues; ROCHA, Carlos Frederico Duarte. **A evolução da Energia Solar na matriz elétrica Brasileira: Perspectivas de implementação e impacto positivo na sustentabilidade.** 1. ed. Curitiba: Appris, 2021. 125 p.

NOGUEIRA, Samuel Pedro. **Eficiência energética em instalações elétricas de baixa tensão: Teoria e aplicação de métodos para melhoria da eficiência energética em um estudo de caso.** Orientador: Isaque Nogueira Gondim. 2019. 102 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/28567>. Acesso em: 2 set. 2021.

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. **Rio Grande do Sul caminha para ser 2º em soja do Brasil em 20/21, superando Paraná.** Notícias agrícolas, 2021. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/soja/283794-rio-grande-do-sul-caminha-para-ser-2-em-soja-do-brasil-em-2021-superando-parana.html>. Acesso em: 17 set. 2021.

OLIVEIRA, Luciano Aparecido de *et al.* Processo de instalação de energia elétrica em propriedades rurais no Distrito de Águas Claras, Município de Juara, Estado de Mato Grosso, Brasil. **Revista Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 02, out. 2019. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/administracao/instalacao-de-energia>. Acesso em: 15 set. 2021.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **Submódulo 2.10.** Requisitos técnicos mínimos para a conexão às instalações de transmissão. ONS, 2020. Disponível em: http://apps08.ons.org.br/ONS.Sintegre.Proxy/ecmprsite/ecmfragmentsdocuments/Su bm%C3%B3dulo%202.10-RQ_2020.12.pdf. Acesso em: 16 ago. 2021.

PACHECO, Fabiana. Energias Renováveis: breves conceitos. **C&P – Conjuntura e Planejamento**, n. 149, p. 4-11, out. 2006. Disponível em: <https://docplayer.com.br/936890-Energias-renovaveis-breves-conceitos.html>. Acesso em: 15 jun. 2021.

PEREIRA, Enio Bueno *et al.* **Atlas brasileiro de energia solar**. 2. ed. São José dos Campos: Inpe, 2017.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antonio. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPEL – CRESESB, 2014.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **O programa**. PROCEL, 2021. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?Team=%7B505FF883%2DA273%2D4C47%2DA14E%2D0055586F97FC%7D>. Acesso em: 30 ago. 2021.

PVWATTS. **Calculadora PVWatts**. Disponível em: <https://pvwatts.nrel.gov/>. Acesso em: 17 set. 2021.

RIBEIRO, Raylla Pereira. **Estudo de caso**: Dimensionamento de um sistema fotovoltaico residencial. Orientador: Kleber Lopes Fontoura. 2016. 51 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Automação Industrial) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Araxá, 2016. Disponível em: <https://www.eng-automacao.araxa.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/152/2018/01/Tcc-Raylla-1.pdf>. Acesso em: 12 set. 2021.

RUIZ, Eduardo Tobias N. F. (org); SCARAMUCCI, Heloísa F. Andrade; DABUS, André; RABASSA, Marília M. Múfallo. **Análise de investimento em Projetos de Energia Solar Fotovoltaica**: Geração Centralizada. 1. ed. Campinas, SP: Alínea, 2021.

SILVA, Rafael Schincariol da. **Sistemas elétricos de potência I**. Londrina, PR: Editora e Distribuidora Educacional S.A, 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/wandr/Downloads/Sistema%20Eletrico%20de%20Potencia%201.pdf>. Acesso em: 2 out. 2021.

SILVEIRA, Pedro Marques da; STONE, Luis Fernando. **Manejo da irrigação do feijoeiro**: uso do tensiômetro e avaliação do desempenho do pivô central. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. Goiânia, 1994. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/199889/manejo-da-irrigacao-do-feijoeiro-uso-do-tensiometro-e-avaliacao-do-desempenho-do-pivo-central#:~:text=Resumo%3A%20O%20manejo%20adequado%20da,a%20necessidade%20hidrica%20da%20planta>. Acesso em: 15 set. 2021.

TELLES, João Augusto. Safra de soja impulsiona financiamento para a irrigação. **GZH Geral**, Porto Alegre, 6 mar. 2013. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2013/03/safra-de-soja-impulsiona-financiamento-para-a-irrigacao-4066398.html>. Acesso em: 17 set. 2021.

VASCONCELOS, Filipe Matos de. **Geração, transmissão e distribuição de energia elétrica**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S. A., 2017.

APÊNDICE A

PESQUISA ORAL COM O SUBSTITUTO DO ARRENDATÁRIO

Pergunta 1: Qual a finalidade principal que o projeto deve atender? Principalmente deve atender para o conforto dos moradores da casa e para utilização de oficina.

a) Lâmpioes e velas são ou foram utilizados com frequência? Não são utilizados, pois utilizam o gerador a diesel.

b) Quais os riscos de incêndio existentes e os possíveis prejuízos decorrentes deles? Se fosse utilizado velas ou lâmpioes haveria um alto risco de incêndio devido a casa ser de madeira.

Pergunta 2: Qual a finalidade que o projeto deve atender para o futuro? Para o futuro já contendo energia elétrica, há a possibilidade de agregar mais possibilidades, além do conforto da residência e oficina.

Pergunta 3: Há SPDA instalado? Não.

a) Cerca elétrica: Anteriormente havia uma cerca elétrica à energia solar, mas foi retirada porque a área foi aberta e não seria necessário utilizá-la, pois há cercas tradicionais.

b) Aterramento: Seria fundamental porque segurança é sempre prioridade.

c) Estruturas que deveriam estar protegidas? O entrevistado não soube dizer.

Pergunta 4: Segurança elétrica:

a) Possui Profissional Qualificado a Instalação e manutenção? Quando ocorre algum problema no gerador, ele é levado para o conserto, ocasionando um maior tempo sem energia elétrica, foi relatado pelo entrevistado que o gerador apresenta em torno de dois problemas por mês. O último conserto saiu em torno de R\$ 1000,00.

Pergunta 5: Se houver galpão, quais equipamentos serão utilizados no mesmo? Primeiramente seria utilizado o aparelho de solda e com certeza aumentariam a estrutura com um galpão para auxiliar nas demais atividades.

Pergunta 6: Como seria o bombeamento de água? Acho que para o banho seria utilizado o bombeamento a partir do açude.

Pergunta 7: Sabe indicar se haverá equipamentos sensíveis a Flutuação de Tensão de Curta Duração? O entrevistado não soube dizer.

Pergunta 8: Interrupção Temporária de Tensão ocorrem com frequência na rede? Na região sim, principalmente em dia com temporais.

Pergunta 9: Qual é o tempo de atendimento às ocorrências emergenciais na região? Demora bastante.

Pergunta 10: Já houve algum contato com a empresa distribuidora de energia elétrica? Não soube informar.

APÊNDICE B

PESQUISA ORAL COM O FILHO DO PROPRIETÁRIO

Pergunta 1: Qual a finalidade principal que o projeto deve atender? Acessibilidade de rede elétrica à essa área que se encontra carente de luz, porque agora sem energia inúmeras funções ficam restringidas pela ausência de uma questão básica, como por exemplo, moradia, manutenção da propriedade, a utilização de lava-jato, higienização (inviabiliza a utilização de água), entre outros.

a) Qual são os benefícios sociais ligados a qualidade de energia atual? Qualidade de vida, segurança da propriedade, porque com essa falta de energia é muito difícil encontrar alguém que queria ficar lá de caseiro, pois nessas condições há a falta de um banho quente, água.

b) Lâmpadas e velas são ou foram utilizados com frequência? Não são utilizados, somente o gerador a diesel.

Pergunta 2: Qual a finalidade que o projeto deve atender para o futuro? Como a propriedade rural está arrendada pelos próximos 14 anos para a plantação de acácia, talvez depois desse tempo será instalado galpão e possivelmente um silo para o cultivo da soja em uma área de 600 hectares, demandando de um silo com capacidade de 30000 sacos aproximadamente.

Pergunta 3: Há SPDA instalado? Não.

a) Cerca elétrica: Já teve cerca elétrica porque antes era arrendado para o gado, era uma cerca elétrica á energia solar, mas houve muito problema com Javali que arrancava parte dela, mas fora isso, aparentemente funcionava bem, mas a potência era bastante reduzida porque em alguns dias não havia a presença do sol.

b) Estruturas que deveriam estar protegidas? A princípio não.

Pergunta 4: Segurança elétrica:

a) Possui Profissional Qualificado a Instalação e manutenção? Foi verificado a utilização de geradores, como é realizada a manutenção no equipamento e a instalação da residência, quem a executou? Eles trazem o gerado até a cidade para a realização da manutenção, porém não soube dizer se é um profissional qualificado, já a instalação da residência, foi realizada anteriormente, pois a casa foi comprada na cidade de Santa Maria e colocada na propriedade e a mesma já havia essa instalação.

Pergunta 5: Pretende instalar galpão no início do projeto ou para um projeto futuro? Sim, futuramente. O tamanho seria em torno de 500 m². Além disso poderia ter uma peça pequena, como oficina, para a redução dos custos, então seria uma boa opção para a manutenção dos equipamentos na propriedade.

a) Quais equipamentos serão utilizados no mesmo? Aparelho de solda, lixadeira, entre outros.

Pergunta 6: Pretende instalar silos no futuro? Se sim, qual será a capacidade aproximada de armazenamento? Sim, em um futuro mais distante, 30.000 sacos.

Pergunta 7: Pretende colocar energia renovável, como placas solares? É uma opção a ser analisada, dependendo do custo. Mas inicialmente não.

a) Quais são as fontes disponíveis de energia? Não teria biomassa.

b) De onde será bombeada a água para a residência? De qualquer forma terá que ser feito um poço artesiano.

Pergunta 8: Sobre a residência, o projeto deve atender a residência já existente ou irá sofrer modificações? Deve atender a residência já existente.

Pergunta 9: Pretende ter melhoramento no campo, como a utilização de pivôs? Não.

Pergunta 10: Sabe indicar se haverá equipamentos sensíveis a flutuação de tensão de curta duração? Inicialmente não.

Pergunta 11: Interrupção momentânea de tensão ocorrem com frequência na rede da região? Sim, acontece. Mas não com muita frequência.

a) Quais são e serão os prejuízos decorrentes deles? Talvez alguma máquina ou geladeira.

Pergunta 12: Qual será o período máximo de interrupção temporária de tensão para agravamento de prejuízos decorrentes? Se fosse muita demora, seria o descongelamento de carne, alguma coisa do gênero, mas o demais não haveria muito problema.

Pergunta 13: Qual é o tempo de atendimento às ocorrências emergenciais na região? O entrevistado não soube dizer.

Pergunta 14: Já houve algum contato com a empresa distribuidora de energia elétrica? Sim, a CEEE falou que estava com deficiência de recursos no momento para poder realizar a instalação.

Pergunta 15: Qual seria o custo máximo de energia elétrica que inviabilizaria o negócio? O problema não seria à fatura mensal, mas ao custo de instalação inicialmente, o entrevistado acredita que a fatura não apresentará um custo elevado, porque inicialmente será para manutenção básica da propriedade e condições de moradia melhor.

a) Qual será o impacto socioambiental para a região? Sem energia elétrica seria o uso do gerador a diesel por emitir gases poluentes e anteriormente também se usava um gerador, mas era um gerador a gasolina.

Pergunta 16: Qual é o tipo de cultura que é realizada na propriedade? Atualmente é acácia.

a) Quantas hectares de terra plantada? Aproximadamente 600 hectares em um total de 624 hectares.