

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

MYLLENA DE SOUSA CARVALHO

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DE ENERGIA ELÉTRICA PARA O
AGRONEGÓCIO: PEQUENAS PROPRIEDADES**

**Bagé
2023**

MYLLENA DE SOUSA CARVALHO

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DE ENERGIA ELÉTRICA PARA O
AGRONEGÓCIO: PEQUENAS PROPRIEDADES**

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 de Energia.

Orientador: Enoque Dutra Garcia

**Bagé
2023**

C331a Carvalho, Myllena de Sousa

Análise Comparativa de Custos de Energia Elétrica para o Agronegócio: Pequenas Propriedades / Myllena de Sousa Carvalho.
107 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA DE ENERGIA, 2023.

"Orientação: Enoque Dutra Garcia".

1. Eficiência Energética. 2. Tarifação de Energia. 3. Irrigação. 4. Pequenas Propriedades Rurais. 5. Mercado Livre de Energia. I. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal do Pampa

MYLLENA DE SOUSA CARVALHO

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DE ENERGIA ELÉTRICA PARA O AGRONEGÓCIO: PEQUENAS
PROPRIEDADES**

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 08 de fevereiro de 2023.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Enoque Dutra Garcia

Orientador

UNIPAMPA

Prof. Dr. Jocemar Biasi Parizzi

UNIPAMPA



Assinado eletronicamente por **ENOQUE DUTRA GARCIA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 08/02/2023, às 10:49, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **Maicon Coelho Evaldt, Usuário Externo**, em 08/02/2023, às 17:00, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **JOEMAR BIASI PARIZZI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 13/03/2023, às 20:50, 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 **1046055** e o código CRC **32F2EA69**.

Dedico este trabalho a meus pais, Eloneide Rodrigues de Sousa e Celso Manoel de Carvalho Sousa, assim como aos meus irmãos Macyell e Maelle. E a Iraci Garcia Ramos, James Garcia Ramos, Simone Garcia Ramos e Jean Garcia Ramos que se tornaram minha segunda família em Bagé.

AGRADECIMENTO

Primeiramente, a Deus por ter me dado forças e resiliência para nunca desistir independente das adversidades encontradas. Aos meus pais, Eloneide Rodrigues de Sousa e Celso Manoel Carvalho Sousa (que está no “céu”), agradeço a todos os ensinamentos ao longo da minha vida que eles me ensinaram e seus esforços de dá uma boa educação para eu e meus irmãos, assim como a toda a minha família, avós, tios, tias, primos e primas por todo o suporte a minha mãe e meus irmãos enquanto eu estava em Bagé. Agradeço a minha tia Rosa que me presenteou com passagens aéreas para eu poder ver minha família após 6 anos. Agradeço ao meu orientador Enoque Dutra Garcia por todos seus ensinamentos, paciência e disponibilidade. Agradeço todo suporte financeiro, emocional e psicológico de James Garcia Ramos, Iraci Garcia Ramos, Simone Garcia Ramos e Jean Garcia Ramos que são minha segunda família em Bagé, assim como todo o resto da família que me acolheu. Agradeço ao César Venturini e Jéssica Lattaro que me ensinaram e me deram a oportunidade de trabalhar com filmagem em eventos, isso me ajudou financeiramente. Agradeço a todos os professores que tive nessa caminhada da universidade, assim como os anteriores a esta, eles tiveram um papel fundamental no meu desenvolvimento como pessoa e profissional, assim como aos técnicos, em especial ao Enilton por todos seus ensinamentos e auxílio. Agradeço a oportunidade que tive de ser voluntária e bolsista do Grupo de Estudos Avançados de Engenharia de Energia (GrEEEn), isso me ajudou a aprender conteúdos e conceitos a frente do semestre que eu estava, assim como ajudou com a minha ansiedade de falar em público. Agradeço também a oportunidade de ter sido duas vezes bolsista do professor Cristiano Corrêa Ferreira na área de modelagem e prototipagem 3D. Agradeço todos os meus amigos e colegas de curso, assim como os de outros cursos, que me apoiaram, fizeram eu sorrir quando queria chorar, me acalmaram quando estava ansiosa, me ajudaram em alguma matéria quando eu não entendia. Obrigada a cidade de Bagé que me acolheu no momento mais difícil da minha vida, em que eu tinha perdido a alguns meses meu pai para a batalha contra o câncer. Obrigada a cada uma das pessoas maravilhosas que passaram pela minha vida, vocês tiveram um papel essencial nela.

“Para todo tempo ruim existe uma lição a ser aprendida. É preciso resiliência para viver em meio ao caos e sabedoria para conseguir ressignificá-lo.”

Autor Desconhecido

RESUMO

Atualmente a gestão de pequenas propriedades é desafiadora, devido a um conjunto de fatores, tal como os custos com energia. Somada às consequências da pandemia de COVID-19 ocorrem aumentos expressivos nas tarifas de energia elétrica. Alinhado aos fundamentos dos Recursos Energéticos Distribuídos (DER) é oportuno aplicar técnicas de eficiência energética para encontrar alternativas frente a retirada de subsídios tarifários da classe rural, aumento do custo de energia, incidência das bandeiras tarifárias aliada a dificuldade do pequeno proprietário entender desse segmento. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo propor soluções aos problemas energéticos das pequenas propriedades a fim de possibilitar a utilização da energia para as atividades do agronegócio, sejam essa de irrigação, moagem ou outras. De tal modo, a partir de procedimento metodológicos se pretende apontar arranjos de soluções possíveis, considerando-se: os tipos de tarifas aplicáveis para as pequenas propriedades rurais; a possibilidade de instalar unidade de geração distribuída; a perspectiva de instalação de armazenamento de energia; e, a análise da composição de microrrede. Com esses cenários investigados são indicadas soluções para otimizar o custo com energia nas pequenas propriedades.

Palavras-chave: Eficiência energética. Tarifação de energia. Microrrede. Irrigação. Pequenas propriedades rurais. Mercado Livre de Energia.

ABSTRACT

Currently the management of small farms is challenging due to a number of factors, such as energy costs. Added to the consequences of the COVID-19 pandemic are significant increases in electricity rates. Aligned with the fundamentals of Distributed Energy Resources (DER) it is opportune to apply energy efficiency techniques to find alternatives to the withdrawal of tariff subsidies for the rural class, increase in the cost of energy, the incidence of tariff flags allied to the difficulty of the small owner to understand this segment. In this context, the present work aims to propose solutions to the energy problems of small properties in order to enable the use of energy for agribusiness activities, whether these are irrigation, milling or others. In this way, from the methodological procedures it is intended to point out possible solution arrangements, considering: the types of tariffs applicable to small rural properties; the possibility of installing distributed generation units; the perspective of installing energy storage; and, the analysis of the micro-grid composition. With these investigated scenarios solutions are indicated to optimize the cost with energy in small landowners.

Keywords: Energy efficiency. Energy pricing. Microgrids. Irrigation. Small rural properties. Free Energy Market.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação do Grupo B.....	22
Figura 2 – Classificação do Grupo B e subgrupo B2.....	23
Figura 3 – Classificação da subclasse agropecuária rural.....	24
Figura 4 – Posto tarifário para a concessionária CEEE Equatorial.....	27
Figura 5 – Desconto na tarifa social de energia elétrica.....	29
Figura 6 – Desconto na tarifa social de energia elétrica para indígenas e quilombolas.....	30
Figura 7 – Fluxograma da metodologia PDCA e cenários desenvolvidos.....	36
Figura 8 – Tarifas e percentual da TUSD-Fio B.....	48
Figura 9 – Bandeiras Tarifárias.....	50
Figura 10 – Valores de TUSD e TE para a tarifa branca.....	51
Figura 11 – Valor da alíquota de ICMS e valores de tarifa para cada posto tarifário da tarifa branca.....	52
Figura 12 – Valor de PIS, COFINS e ICMS para cada mês do ano de 2022.....	52
Figura 13 – Postos tarifários para a CEEE Equatorial.....	53
Figura 14 – Curva de Carga utilizada para a tarifa branca.....	54
Figura 15 – Bandeiras referente a cada mês.....	55
Figura 16 – Cálculo para o posto tarifário ponta.....	56
Figura 17 – Cálculo para o posto tarifário intermediário.....	57
Figura 18 – Cálculo para o posto tarifário fora ponta.....	58
Figura 19 – Fatura de energia elétrica para a modalidade tarifária Branca.....	59
Figura 20 – Valores de TUSD e TE para a modalidade convencional.....	60
Figura 21 – Valor da alíquota de ICMS.....	60
Figura 22 – Valor de PIS e COFINS para cada mês do ano de 2022.....	61
Figura 23 – Cálculo para o cenário convencional.....	62
Figura 24 – Fatura de energia elétrica para a modalidade tarifária convencional...	63
Figura 25 – Valores de TUSD e TE para a tarifa irrigante branca.....	64

Figura 26 – Valor de PIS, COFINS e ICMS para cada mês do ano de 2022.....	65
Figura 27 – Curva de Carga utilizada para a tarifa irrigante branca.....	66
Figura 28 – Resultados obtidos para o posto tarifário ponta.....	67
Figura 29 – Resultados obtidos para o posto tarifário intermediário.....	67
Figura 30 – Resultados obtidos para o posto tarifário fora ponta.....	68
Figura 31 – Resultados obtidos para o horário reservado.....	68
Figura 32 – Valor da fatura sem o armazenamento.....	69
Figura 33 – Valor da fatura sem/com o armazenamento e economia gerada.....	70
Figura 34 – Análise financeira.....	71
Figura 35 – Valores de TUSD e TE para a tarifa irrigante convencional.....	72
Figura 36 – Valor de PIS, COFINS e ICMS para cada mês do ano de 2022.....	72
Figura 37 – Curva de Carga utilizada para a tarifa irrigante convencional.....	73
Figura 38 – Resultados obtidos para o convencional.....	74
Figura 39 – Resultados obtidos para o horário reservado.....	75
Figura 40 – Valor da fatura sem o armazenamento.....	76
Figura 41 – Valor da fatura sem/com o armazenamento e economia gerada.....	77
Figura 42 – Análise financeira.....	78
Figura 43 – Simulação da geração distribuída fotovoltaica.....	79
Figura 44 – Cenário mercado livre.....	81
Figura 45 – Fatura mensal para o cenário mercado livre.....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Matriz de Amarração.....	19
-------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
AT - Alta Tensão
BT - Baixa Tensão
ACL - Ambiente de Contratação Livre
ACR - Ambiente de Contratação Regulada
CA - Corrente Alternada
CC - Corrente Contínua
CMN - Conselho Monetário Nacional
CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNPJ - Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica
COFINS - Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CPF - Cadastro de Pessoa Física
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE - Empresa de Pesquisa Energética
GD - Geração Distribuída
GWh - Gigawatt-hora
ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IEA - International Energy Agency
INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
kV - Quilovolt
kWh - Quilowatt-hora
MW - Megawatt
PIS - Programa de Integração Social
PRORET - Procedimentos de Regulação Tarifária
RBA - Receita Bruta Agropecuária Anual
RED - Recursos Energéticos Distribuídos
REN - Resolução Normativa
TCC - Trabalho de Conclusão de Curso
TE - Tarifa de Energia
TUSD - Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição
UC - Unidade Consumidora

UNIPAMPA - Universidade Federal do Pampa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS	17
1.2 PROCEDIMENTO DE PESQUISA	18
2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 ESTRUTURA TARIFÁRIA	21
2.1.1 GRUPO TARIFÁRIOS	21
GRUPO B	21
2.1.2 POSTOS TARIFÁRIOS	26
2.1.3 MODALIDADES TARIFÁRIAS	28
MODALIDADES TARIFÁRIAS PARA O GRUPO B	28
2.2 COMPOSIÇÃO DA FATURA DE ENERGIA	31
2.2.1 DADOS ELEMENTARES NA FATURA DE ENERGIA	31
2.3 RETIRADA DO DESCONTOS	33
2.4 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA (GD)	33
2.5 ARMAZENAMENTO	34
2.6 MICRORREDE	34
3 METODOLOGIA	36
3.1 CENÁRIO TARIFA BRANCA	37
3.2 CENÁRIO TARIFA CONVENCIONAL	40
3.3 CENÁRIO TARIFA BRANCA “IRRIGANTE” COM ARMAZENAMENTO	42
3.4 CENÁRIO TARIFA “IRRIGANTE “ CONVENCIONAL COM ARMAZENAMENTO	44
3.5 CENÁRIO GD	47
3.6 CENÁRIO MERCADO LIVRE	48
4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA E ANÁLISE DOS RESULTADOS	49
4.1 ANÁLISE DO CENÁRIO TARIFA BRANCA	50
4.2 ANÁLISE DO CENÁRIO CONVENCIONAL	59
4.3 ANÁLISE DO CENÁRIO TARIFA “IRRIGANTE” BRANCA COM ARMAZENAMENTO	63
4.4 ANÁLISE CENÁRIO TARIFA “IRRIGANTE “ CONVENCIONAL COM ARMAZENAMENTO	72
4.5 ANÁLISE CENÁRIO COM GERAÇÃO DISTRIBUÍDA	79
4.6 ANÁLISE DO CENÁRIO MERCADO LIVRE	82
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
REFERÊNCIAS	86
APÊNDICES	89
APÊNDICE A: REFERENCIAL TEÓRICO REFERENTE AO GRUPO A	89
APÊNDICE B : CENÁRIO TARIFA BRANCA	96
APÊNDICE C : CENÁRIO CONVENCIONAL	99
APÊNDICE D : CENÁRIO TARIFA IRRIGANTE BRANCA COM ARMAZENAMENTO	100
APÊNDICE E : CENÁRIO TARIFA IRRIGANTE CONVENCIONAL COM ARMAZENAMENTO	104
APÊNDICE F: CENÁRIO GD SEM ARMAZENAMENTO	106
APÊNDICE G: CENÁRIO MERCADO LIVRE	109

1 INTRODUÇÃO

“O agronegócio é a junção de inúmeras atividades que envolvem, de forma direta ou indireta, toda a cadeia produtiva agrícola ou pecuária”(Sociedade Nacional de Agricultura). Sendo que este abriu 61.637 mil vagas de empregos, maior valor registrado em 10 anos, conforme os dados da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) (UOL, 2021).

Os pequenos produtores rurais correspondem a aproximadamente 84% das propriedades rurais, conseqüentemente, são muito relevantes no agronegócio, pois abastecem o consumo interno do país (Faculdade de Gestão e Inovação (FGI), 2022).

Para ser considerado um pequeno produtor rural, o Conselho Monetário Nacional (CMN) elevou de R\$415.000,00 para R\$500.000,00 a Receita Bruta Agropecuária Anual (RBA). Para ser considerado um produtor médio deve-se ter uma receita entre R\$ 500.000,00 a R\$2.400.000,00. Para ser considerado um grande produtor a renda bruta deve ser acima de R\$ 2.400.000,00 (Poder 360, 2022).

A energia elétrica exerce um papel fundamental no agronegócio, já que esta se encontra em todas as etapas do processo de produção, ou seja, antes da porteira como no caso dos insumos, tais como o fertilizante; dentro da porteira com o uso de combustíveis fósseis para o maquinário; na agro indústria com o combustível para a realização de transporte; e nos agro serviços.

A demanda por energia elétrica vem crescendo ao decorrer dos anos a nível global, conforme se verifica em relatórios, como da IEA. No Brasil, por sua vez, ocorre nas cidades pela industrialização e densidade populacional, já nas pequenas propriedades, é relevante o uso de energia para automação dos processos. Essa modernização se deve ao desenvolvimento tecnológico empregado nas terras, seja para a produção de alimentos, matéria-prima e afins.

A classe outros (rural, serviço público e iluminação pública), composta pela rural, serviço público e iluminação pública, teve um aumento no consumo de energia elétrica desde do ano de 1995 até 2018, com consumo de aproximadamente 35.595 GWh e 78.949 GWh, respectivamente, conforme dados do consumo nacional da Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

Segundo o Censo Agropecuário mais atualizado de 2017, os pequenos produtores rurais com agricultura familiar correspondem a 3,9 milhões de propriedades, sendo que o estabelecimento deve ter de um a quatro módulos fiscais, este pode ser definido como:

Módulo fiscal é uma unidade de medida, em hectares, cujo valor é fixado pelo INCRA para cada município levando-se em conta: (a) o tipo de exploração predominante no município (hortifrutigranjeira, cultura permanente, cultura temporária, pecuária ou florestal); (b) a renda obtida no tipo de exploração predominante; (c) outras explorações existentes no município que, embora não predominantes, sejam expressivas em função da renda ou da área utilizada; (d) o conceito de "propriedade familiar". A dimensão de um módulo fiscal varia de acordo com o município onde está localizada a propriedade. O valor do módulo fiscal no Brasil varia de 5 a 110 hectares. (EMBRAPA, 2022)

De acordo com o Painel de Monitoramento do Consumo de Energia Elétrica da EPE a classe outros teve um aumento de consumo crescente ao longo dos anos, sendo que em 2012 a classe teve um consumo anual de 5.718,47 GWh e em 2022 teve-se um de 6.797,85 GWh. Os únicos anos discrepantes foram 2019 e 2020, respectivamente com valores de consumo de 6.959,36 GWh e 6.659,38 GWh.

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) visa propor soluções energéticas apresentando cinco possíveis cenários em que o pequeno produtor rural pode “comprar” sua energia pelo melhor custo-benefício. Considera-se que o usuário esteja no mercado cativo e saia para: primeiro, a tarifa branca do mercado cativo; segundo, continue no mercado cativo, tarifa convencional; terceiro, no mercado cativo, na tarifa branca em que aplica-se os descontos para irrigantes com uma geração distribuída (GD) fotovoltaica instalada; quarto, similar ao anterior, mas aplicando-se a tarifa convencional; e por último, o usuário sai do mercado cativo para o mercado livre. Neste trabalho, irá se abranger apenas o grupo B, classe rural.

1.1 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo geral avaliar, simular e testar arranjos de soluções energéticas para as pequenas propriedades rurais, como objetivos específicos, tem se:

- Estabelecer critérios para escolha da tarifa de energia;

- Elaborar cenários de faturamento;
- Prospectar o uso de recursos energéticos distribuídos como geração distribuída, armazenamento, ou ainda, desenvolver uma microrrede;
- Considerar a expansão do mercado livre de energia elétrica;
- Aplicar os métodos investigados em ferramenta desenvolvida para simulação.

1.2 Procedimento de pesquisa

O desenvolvimento da pesquisa bibliográfica iniciou-se com a elaboração do protocolo de revisão sistemática da literatura que será descrito a seguir. Primeiramente, definiu-se o tema “Análise Comparativa de Custos de Energia Elétrica para o Agronegócio: Pequenas Propriedades”, em seguida foi realizada a pesquisa bibliográfica nas plataformas Google Acadêmico, Scielo, Mendeley, entre outras.

Em etapa preliminar foi desenvolvido a Matriz de Amarração, recurso que irá organizar o trabalho, sendo que partes desenvolvidas na componente curricular de Projeto de Engenharia de Energia II e III, e outras partes serão no desenvolvimento Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

Tabela 1: Matriz de Amarração

Problema de Pesquisa	Questões Motivadoras	Objetivo Geral	Objetivos Específicos	Metodologia	Coleta de Dados	Título do Trabalho
Como solucionar os problemas energéticos dos pequenos proprietários rurais a fim de possibilitar a utilização da energia para irrigação, moagem e entre outras atividades?	1. Quais os tipos de tarifas para os pequenos proprietários rurais. Elas suprem as suas necessidades.	Desenvolver soluções energéticas para os pequenos proprietários rurais, apontando arranjo de soluções aplicáveis.	1. Apontar os tipos de tarifas para os pequenos proprietários rurais.	Revisão sistemática da literatura	Site da ANEEL IBGE EMB RAPA EPE	Análise Comparativa de Custos de Energia Elétrica para o Agronegócio: Pequenas Propriedades
	2. O que a retirada dos descontos tarifários afeta na classe rural.		2. Estudar as possibilidades de geração distribuída	Pesquisa documental		
	3. Confiabilidade e do fornecimento de energia.		3. Investigar a possibilidade de armazenamento de energia.	Simulações e modelagem Elaboração de cenários		
	4. Quais ações de eficiência energética se aplicam na classe rural.		4. Analisar a composição de microrrede em pequenas propriedades rurais.	Métodos de tomada de decisão		
	5. Ameaça de tarifa horária compulsória.					
	6. Quais os requisitos para ser considerado um pequeno proprietário rural.					

Fonte: Autora, 2021.

São apresentadas referências bibliográficas referentes ao tema, com revisão de conceitos, tais como, estrutura tarifária, que tem como subtítulos: postos tarifários, modalidade tarifária. Tem-se ainda a discussão sobre geração distribuída, armazenamento e microrrede. Na metodologia, tem-se como foram feitos os cenários. Nos resultados, tem-se a apresentação dos resultados de cada cenário. E por fim, na conclusão tem-se a apresentação do melhor cenário juntamente com as justificativas.

Este trabalho está dividido em capítulos para melhor organização. No capítulo 2, serão apresentados os Conceitos Gerais e Revisão de Literatura. Inserido neste capítulo estão as seções que vão de 1 a 4, em que na primeira trata-se sobre os tipos de tarifas, com ênfase às aplicáveis ao Grupo B e classe rural. Na seção 2.2, será abordado sobre geração distribuída como alternativa para o agronegócio. Já na 2.3, será prospectada as possibilidades de armazenamento que se tem disponível. E na 2.4, apresentará os conceitos de microrrede relacionados a propriedades rurais. Os capítulos Procedimentos Metodológicos, Aplicação da Metodologia em Estudos de Caso e Considerações Finais são, respectivamente, os capítulos 3, 4 e 5.

2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

Para o entendimento de como são feitos os cálculos deste trabalho, será apresentado a seguir os conceitos que fazem a base da teoria, ou seja, a estrutura tarifária, postos tarifários, modalidades tarifárias, estes são elementos que fazem parte da fatura de energia elétrica do consumidor e influência a depender de que grupo este pertence. Tem-se ainda as características do faturamento de energia que envolve os itens citados anteriormente. Como este trabalho é focado no Grupo B, os conceitos apresentados a seguir se referem a este grupo. Os conceitos relacionados ao Grupo A será apresentado no Apêndice A.

2.1 Estrutura Tarifária

Conforme o módulo 7 dos Procedimentos de Regulação Tarifária (PRORET) do submódulo 7.1 procedimentos gerais tem se a seguinte definição:

“Estrutura Tarifária é um conjunto de tarifas aplicadas ao faturamento do mercado de distribuição de energia elétrica, que refletem a diferenciação relativa dos custos regulatórios da distribuidora entre os subgrupos, classes e subclasses tarifárias, de acordo com as modalidades e os postos tarifários.” (PRORET, 2022)

2.1.1 Grupo Tarifários

São divididos em dois grupos:

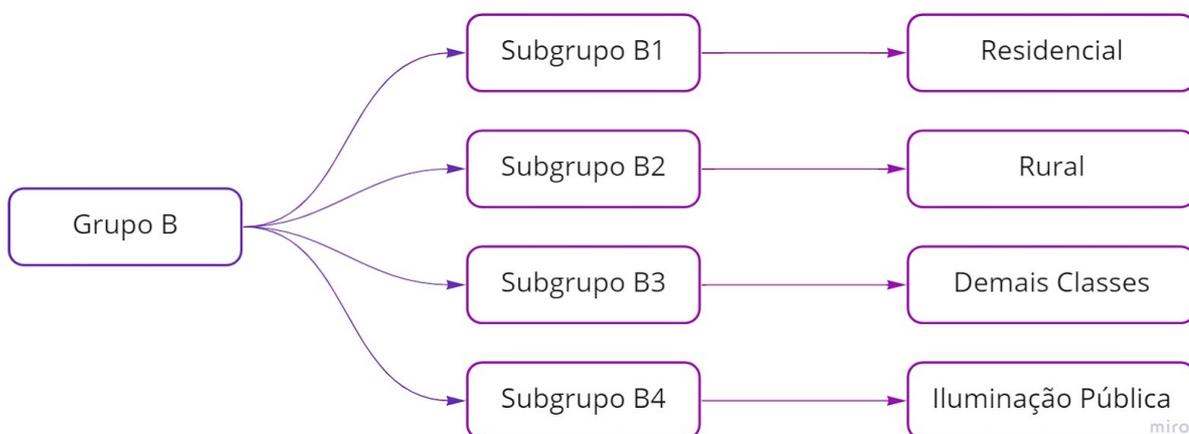
- Grupo A que corresponde às unidades consumidoras de alta tensão (AT) e média tensão (MT), como dito anteriormente, seus conceitos estão apresentados no Apêndice A;
- Grupo B que corresponde às unidades consumidoras de baixa tensão (BT).

A seguir será apresentada uma definição mais aprofundada do Grupo B, na qual este trabalho está focado.

Grupo B

São as unidades consumidoras de Baixa Tensão (BT), subdividindo-se nas Classes: Residencial (Subgrupo B1), Rural (B2), Demais Classes (B3) e Iluminação Pública (B4). No grupo B estão os consumidores atendidos por uma tensão inferior a 2,3 kV em que se tem os seguintes subgrupos, como apresentado na Figura 1 a seguir:

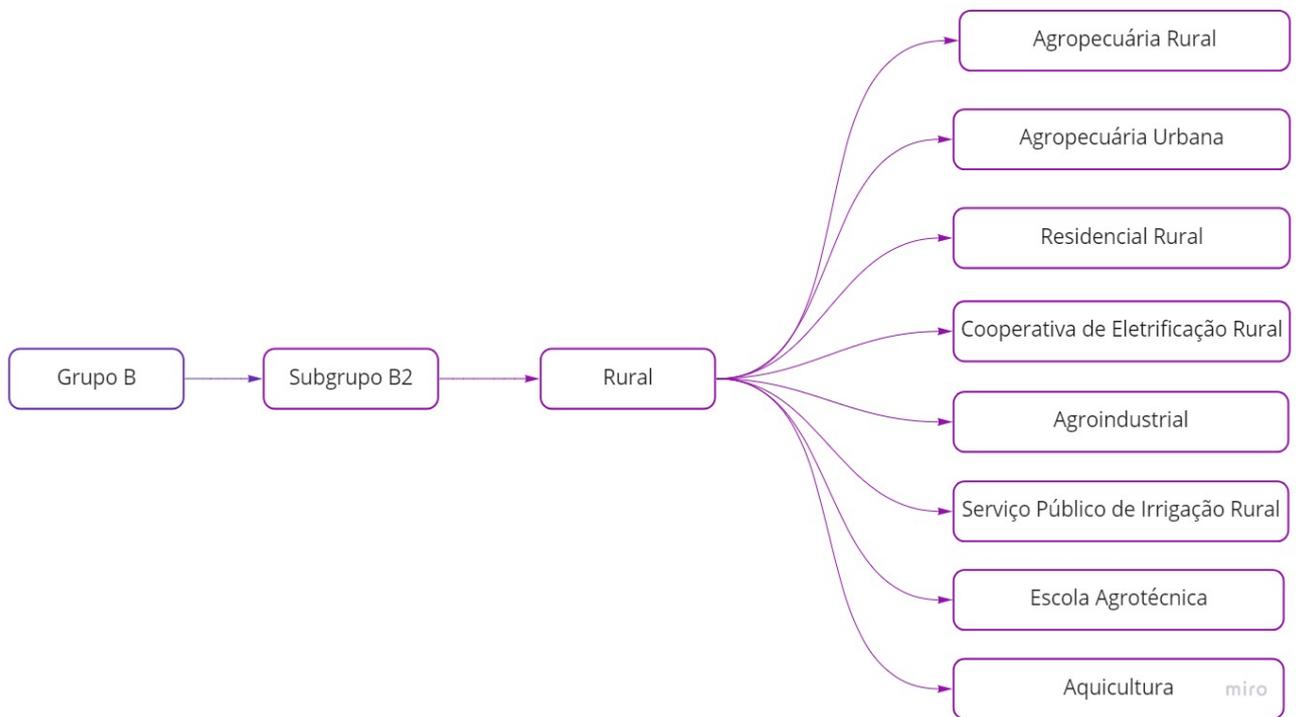
Figura 1: Classificação do Grupo B.



Fonte: Autora, 2022.

Este trabalho será focado no grupo B, especificamente no subgrupo B2 que corresponde a classe rural em que as unidades consumidoras são classificadas de acordo com as atividades descritas a seguir:

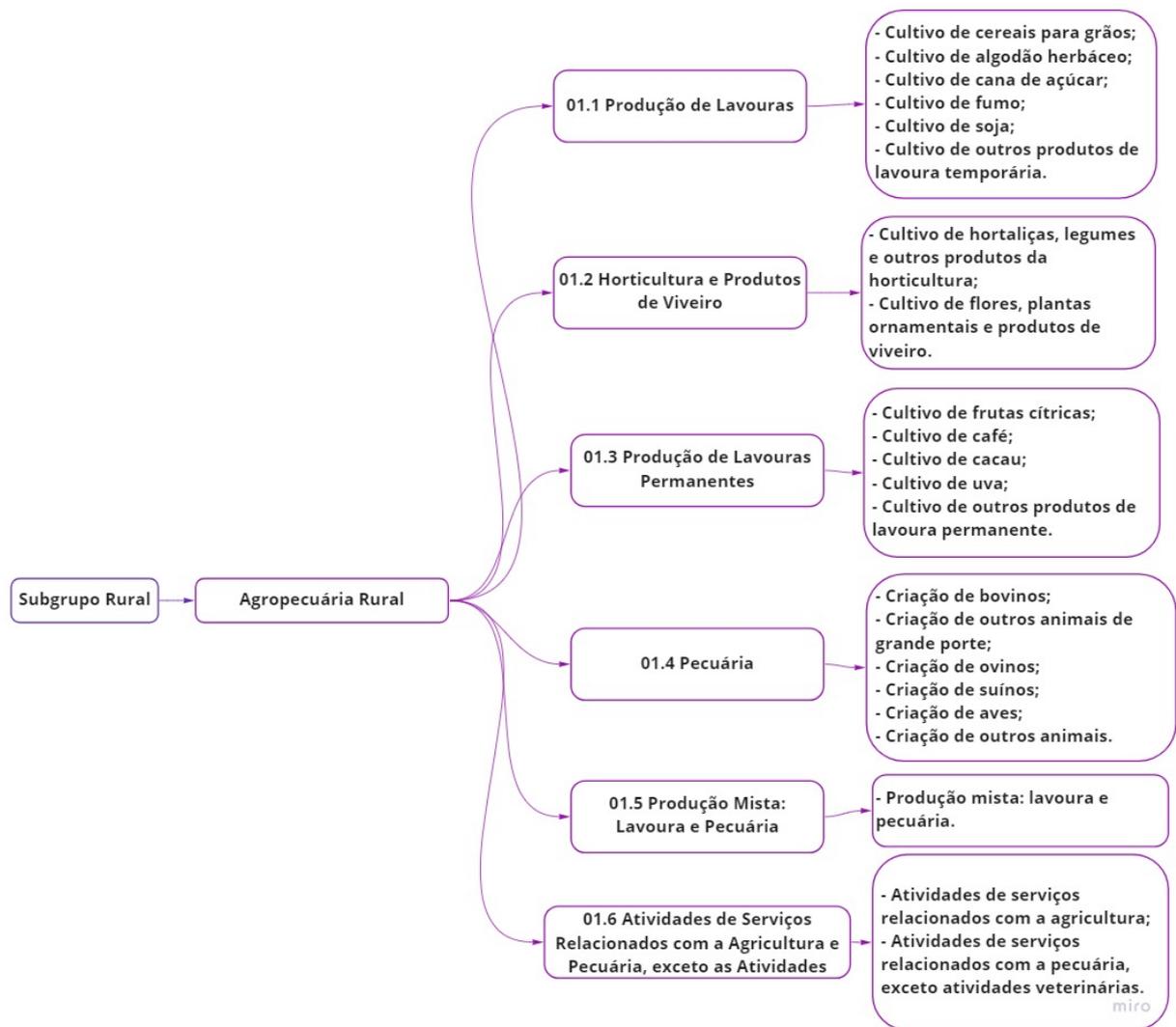
Figura 2: Classificação do Grupo B e subgrupo B2.



Fonte: Autora, 2022.

Conforme a Resolução Normativa nº 1000 de 7 de dezembro de 2021, para ser classificado na subclasse agropecuária rural, a unidade consumidora deve estar localizada na área rural em que seja desenvolvida atividade agropecuária que estão classificadas nos grupos 01.1 a 01.6 da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), como apresentado a seguir:

Figura 3: Classificação da subclasse agropecuária rural.



Fonte: Autora, 2022.

Incluindo-se ainda:

a) o beneficiamento ou a conservação dos produtos agrícolas provenientes do mesmo imóvel; b) o fornecimento de energia elétrica para instalações elétricas de poços de captação de água, para atender às finalidades deste inciso, desde que não haja comercialização da água; e c) o fornecimento de energia elétrica para serviço de bombeamento de água destinada à atividade de irrigação (REN 1000/2021, 2021).

Conforme a REN ANEEL n° 1000 de 7 de dezembro de 2021, para ser classificado na subclasse agropecuária urbana, a unidade consumidora deve está localizada na área urbana desenvolvendo atividades da classificação da subclasse agropecuária rural, atendendo aos seguintes requisitos:

a) a carga instalada na unidade consumidora deve ser predominantemente destinada à atividade agropecuária, exceto para os casos de agricultura de subsistência; e b) o consumidor deve possuir registro de produtor rural expedido por órgão público ou outro documento hábil que comprove o exercício da atividade agropecuária (REN 1000/2021, 2021).

Para ser classificado na subclasse residencial rural, a unidade consumidora deve está localizada na área rural com a finalidade de moradia sendo utilizada por trabalhador rural ou aposentado nesta circunstância.

Para ser classificado na subclasse cooperativa de eletrificação rural, segundo a REN 1000/2021, a unidade consumidora deve está localizada na área rural sendo proprietário da terra e operando instalação de energia elétrica de uso privado de associados, em que as cargas são destinadas ao desenvolvimento de atividade classificada como rural.

Para ser classificado na subclasse agroindustrial, de acordo com a REN 1000/2021, independente da localização da unidade consumidora, esta deve atender aos requisitos descritos a seguir.

a) possuir atividade de indústria; b) transformar ou beneficiar produtos advindos diretamente da agropecuária, ainda que provenientes de outros imóveis; e c) ser do Grupo B, desde que a potência posta à sua disposição seja menor ou igual a 112,5 kVA ou, se do Grupo A, possuir transformador com potência menor ou igual a 112,5 kVA (REN 1000/2021, 2021).

Para ser classificado na subclasse de serviço público de irrigação rural a unidade consumidora deve está localizada na área rural, na qual é desenvolvida a atividade de irrigação e sendo utilizada por entidade pertencente ou é vinculada à

administração direta, indireta ou fundações de direito público da União, dos Estados, Distrito Federal ou dos Municípios.

Para ser classificado na subclasse de escola agrotécnica, a unidade consumidora deve ser um estabelecimento de ensino voltada à agropecuária, sendo localizada na área rural, que não tem fins lucrativos e explorado por entidade pertencente ou vinculada à administração direta, indireta ou fundações de direito público da União, dos Estados, Distrito Federal ou dos Municípios.

Para a unidade consumidora ser classificada na subclasse aquicultura, independe de sua localização, deve-se apenas serem obedecidos os seguintes critérios.

a) desenvolvimento de atividade de cultivo de organismos cujo ciclo de vida em condições naturais se dá total ou parcialmente em meio aquático, disposta no grupo 03.2 da Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE; e b) o consumidor deve possuir registro de produtor rural expedido por órgão público, registro ou licença de aquicultor, exceto para aquicultura com fins de subsistência (REN 1000/2021, 2021).

Para os consumidores enquadrados na classe rural são aplicadas as tarifas homologadas para o grupo A e para o grupo B são aplicadas as tarifas homologadas para o subgrupo B2.

2.1.2 Postos tarifários

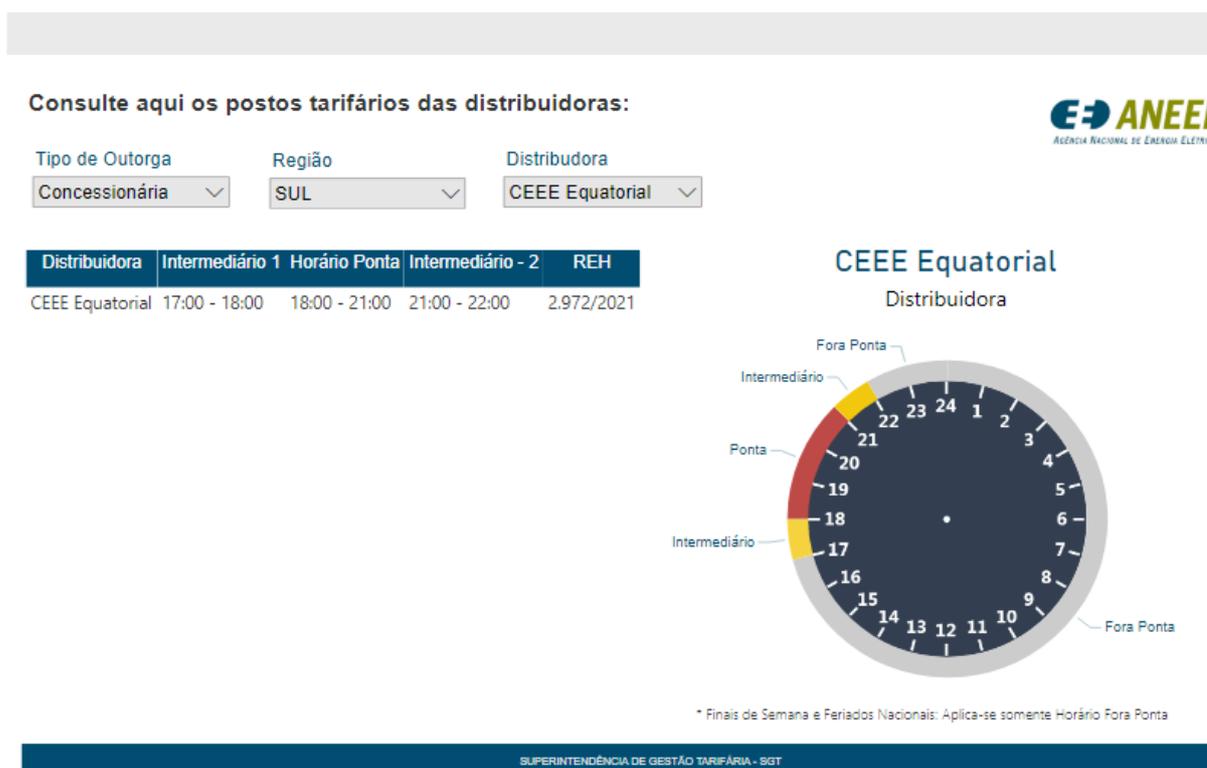
Tem-se diferença do valor de energia de acordo com o horário, são os chamados postos tarifários. Estes são divididos em três: ponta, intermediário e fora ponta, esses horários variam de acordo com cada distribuidora.

- Posto tarifário ponta(P): período de três horas diárias consecutivas definidas pela distribuidora, exceto para os fins de semana e para os feriados, nesse período é quando o valor da tarifa é mais caro que os outros, pois normalmente nesse período é quando se tem um maior consumo de energia;

- Posto tarifário intermediário(I): é composto por um período de duas horas, sendo uma hora anterior ao horário de ponta e uma hora imediatamente posterior ao posto tarifário de ponta. Esta tarifa é aplicado para unidades consumidoras que optaram pela Tarifa Branca;
- Posto tarifário fora de ponta(FP): período de horas diárias consecutivas e complementar aqueles definidos no horário de ponta e intermediário.

Para este trabalho selecionou-se o Estado do Rio Grande do Sul, a cidade de Bagé, onde se situa a Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) e que se tem como distribuidora a CEEE Equatorial. Os postos tarifários para este caso estão apresentados na figura 4.

Figura 4: Posto tarifário para a concessionária CEEE Equatorial.



Fonte: ANEEL, 2022.

No grupo B, tem-se um posto tarifário único, ou seja, uma mesma tarifa para todas as horas do dia. Enquanto que aqueles na tarifa branca vão ter os postos tarifários ponta, intermediário e fora ponta.

Tem-se ainda o posto horário especial (ou período reservado) aplicado às unidades consumidoras da subclasse rural (B2) irrigante ou aquicultura, podendo ser do grupo A ou B. Este período abrange o horário das 21 horas e 30 minutos até as 6 horas da manhã, sendo destinada para a irrigação e aquicultura recebe-se um desconto de acordo com o grupo a que pertence e conforme a região que se localiza.

2.1.3 Modalidades Tarifárias

As unidades consumidoras podem ser classificadas como tarifa monômnia, para o grupo B, na qual pagam apenas pelo consumo em R\$/kWh. Ou tarifa binômnia, para o grupo A, que pagam pela demanda em R\$/kW e pelo consumo em R\$/kWh, como apresentado no Apêndice A.

Modalidades Tarifárias para o Grupo B

- **Convencional Monômnia:** É a tarifa única de consumo de energia elétrica, independente da hora de utilização do dia, na qual a conta do usuário é o valor da tarifa multiplicado pelo consumo em kWh, considerando ainda PIS (Programa de Integração Social), COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social) e ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços).
- **Horária Branca:** É a tarifa diferenciada de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia (postos tarifários). Não está disponível para o subgrupo B4 e para a subclasse Baixa Renda do subgrupo B1;
- **Tarifa de Energia (TE) e Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD)** são as tarifas pagas pelo consumidor no mercado cativo e quando o usuário

muda para o mercado livre, este vai pagar pela TUSD e pelo preço da energia que foi negociado.

- **Tarifa Social:** São classificados os consumidores de baixa renda, na qual tem desconto da tarifa em que pode chegar até 65% sendo feito de forma cumulativa, na qual se tem o desconto em dependendo do consumo mensal.

Na tarifa social tem-se o desconto do valor mensal de consumo, sendo que este pode chegar a uma redução de 65% do valor a ser pago se o consumo for até 30 kWh; para um valor de consumo entre 31 a 100 kWh, tem-se uma redução de 40%; para um valor entre 101 a 220 kWh, tem-se uma redução de 10%; e para os consumidores que têm o consumo acima de 220 kWh/mês o custo fica similar aos consumidores que não tem benefício, como apresentado na figura 5.

Figura 5: Desconto na tarifa social de energia elétrica.

Consumo	Desconto na tarifa de energia
Primeiros 30 kWh/mês	65%
De 31 kWh a 100 kWh/mês	40%
De 101 kWh a 220 kWh/mês	10%
A partir de 221 kWh/mês	0%

Fonte: Dúvidas sobre as novas regras da Tarifa Social? Consulte os principais pontos neste FAQ, ANEEL, 2022.

Já para os indígenas e quilombolas que são inscritos no Cadastro Único que preenchem os requisitos para receber a tarifa social, tem-se o desconto de 100% se o consumo de energia for até 50 kWh/mês; para o consumo entre 51 a 100 kWh/mês, tem-se um desconto de 40%; para um consumo entre 101 a 220 kWh/mês tem-se uma redução de 10%; e se o consumo for maior que 220 kWh/mês, não se tem desconto na tarifa, como apresentado na figura 6.

Figura 6: Desconto na tarifa social de energia elétrica para indígenas e quilombolas

Consumo	Desconto na tarifa de energia
Primeiros 50 kWh/mês	100%
De 51 kWh a 100 kWh/mês	40%
De 101 kWh a 220 kWh/mês	10%
A partir de 221 kWh/mês	0%

Fonte: Dúvidas sobre as novas regras da Tarifa Social? Consulte os principais pontos neste FAQ, ANEEL, 2022.

2.2 Composição da Fatura de Energia

Na conta de energia elétrica tem-se vários componentes que são apresentados a seguir.

2.2.1 Dados Elementares na Fatura de Energia

Nas faturas de energia elétrica tem-se alguns dados que são comuns tanto para o grupo A como para o grupo B, tais como:

1. **Dados Cadastrais:** Nome completo, CPF/CNPJ, endereço da unidade consumidora e da distribuidora;
2. **Dados da unidade consumidora (UC):** Classificação da unidade consumidora, se esta pertence ao Grupo A ou B, tipo de ligação, se esta é monofásica, bifásica ou trifásica;
3. **Período de consumo (leitura):** É o período de apuração das medidas referente a medida atual menos a medida do último mês, sendo que esta deve ser realizada em intervalos de aproximadamente 30 dias, considerando-se o mínimo 27 dias e o máximo de 33 dias, conforme a Resolução Normativa nº 1000 de 2021;
4. **Histórico de consumo:** É os valores de consumo referente aos últimos 12 meses;
5. **Mensagens importantes:** Espaço utilizado para apresentar os descontos e o reajuste de tarifa;
6. **Número da unidade consumidora:** É o número de identificação da unidade consumidora na concessionária;
7. **Data de vencimento:** Data limite que o usuário paga a conta de energia e não sofrer multas por atraso;
8. **Valor a pagar:** Valor total a pagar da energia;

9. **Itens cobrados:** São os itens faturados, tais como consumo de energia ativa e reativa, tarifas, bandeiras tarifárias, entre outros;
10. **Outras cobranças:** Pode conter avisos de multa, custos de iluminação, entre outros;
11. **Componentes da tarifa:** São os valores pagos em cada componente da energia, tais como, geração, transmissão, distribuição, encargos e tributos;
12. **Tributos:** São os valores pagos em Programa de Integração Social (PIS), Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS) e Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS);
13. **Aviso de débito:** Aviso de atraso de pagamento e corte de energia elétrica.

Características da fatura do Grupo B

Na fatura do consumidor de baixa tensão, grupo B, tem-se os seguintes itens presentes em sua fatura:

- **Classificação:** É o dado referente a subclasse que o usuário está inserido, ou seja, B1,B2,B3 ou B4;
- **Modalidade Tarifária:** Monômnia, tarifa social, tarifa especial ou tarifa branca;
- **Custo de Disponibilidade:** É aquele cobrado caso o usuário não tenha consumido o mínimo de energia no mês para a seu tipo de conexão, então se o usuário tem uma conexão monofásica, será cobrado um custo de 30 kWh de consumo

Conforme a Resolução Normativa 1000 de 7 de dezembro de 2021, as bandeiras tarifárias podem ser definidas como um sistema que tem o objetivo de sinalizar os custos de geração de energia elétrica por meio da tarifa de energia ao consumidor.

2.3 Retirada do descontos

A energia elétrica representa uma grande parcela dos gastos dos produtores rurais, sendo que isto se tornou mais expressivo com a retirada dos benefícios nas tarifas para consumidores da classe rural, conforme o Decreto Federal 9.642 de 2018, na qual está sendo feita a redução de 20% ao ano, desde de 2018.

Com isso o produtor rural está gastando mais com a energia elétrica, sendo que foram mantidos os descontos para irrigação e aquicultura no horário reservado (21 horas e 30 minutos às 06 horas), mas tiveram impacto na conta de energia elétrica pela retirada da cumulatividade que possuíam no horário reservado.

Pode-se enquadrar os produtores rurais nas seguintes categorias:

- Grupo A Classe Rural, com tensão acima de 2,3 kV;
- Grupo B Classe Rural, com tensão abaixo de 2,3kV.

Os produtores rurais do grupo B possuíam descontos de 30% sobre o valor da tarifa, já para a irrigação e aquicultura esse valor variava de 60% a 73% para o período reservado a depender da região que estava inserida a unidade consumidora.

2.4 Geração Distribuída (GD)

A Geração Distribuída pode ser definida como a utilização de um equipamento para a produção de energia elétrica que pode ser operado e instalado sem restrições de localização, ponto de conexão elétrica e de capacidade de potência. Por essas características as unidades de GD são, frequentemente de menor porte, descentralizada e localizada mais próximo a unidade consumidora se comparado com as usinas de grande porte tradicionais (JUNIOR, 2020, 8).

As GDs podem ser sistemas fotovoltaicos, células a combustível, pequenas hidrelétricas, turbinas eólicas, pequenos geradores térmicos e a bioenergia, que podem ser usados em microrrede (será tratado mais a frente). Sendo que as saídas desses tipos de geração de energia podem ser Corrente Contínua (CC) ou Corrente

Alternada (CA). Podem ser classificadas ainda como despacháveis ou não, ou seja, a produção de energia pode ser de forma contínua e constantemente de acordo com as necessidades, ou podem ser variáveis e intermitentes.

2.5 Armazenamento

Os equipamentos de armazenamento transformam a energia elétrica em outra forma de energia que pode ser poupada para uso posterior, quando é restaurada como eletricidade. “Os dispositivos de armazenamento de energia auxiliam os sistemas nos quais são interligados ao melhorar qualidade da energia, dar suportes de tensão e de frequência, compensar desequilíbrios e atuar no balanço energético” (JUNIOR, 2020, 9).

Neste quesito, o armazenamento soluciona parcialmente os problemas de variabilidade e intermitência de algumas fontes de GD, permitindo uma operação mais previsível e próxima da despachável e aumentando a confiabilidade geral da microrrede [40].(JUNIOR, 2020, 9)

O armazenamento de energia pode ser utilizado juntamente com uma geração distribuída fotovoltaica, em que tem-se o auxílio na redução do consumo de energia elétrica proveniente da distribuidora, se está for conectado a rede elétrica básica de distribuição, essa redução no consumo ocorre porque se armazena o excedente de energia gerada durante o dia e consome-a no período da noite no horário de pico quando a energia é mais cara.

2.6 Microrrede

“Microrredes (ou minirredes) são sistemas elétricos completos, locais, delimitados, pequenos e controláveis que podem operar ilhados ou conectados à rede elétrica convencional.” (JUNIOR, 2020, 4). São considerados sistemas completos, pois abarcam a produção, fornecimento e consumo da energia ligados entre si como uma entidade única. São locais, já que a geração ocorre próxima ao usuário.

É considerada delimitada por requer que uma microrrede não se expanda além de uma área reduzida, que seja dotada de número restrito de integrantes e que

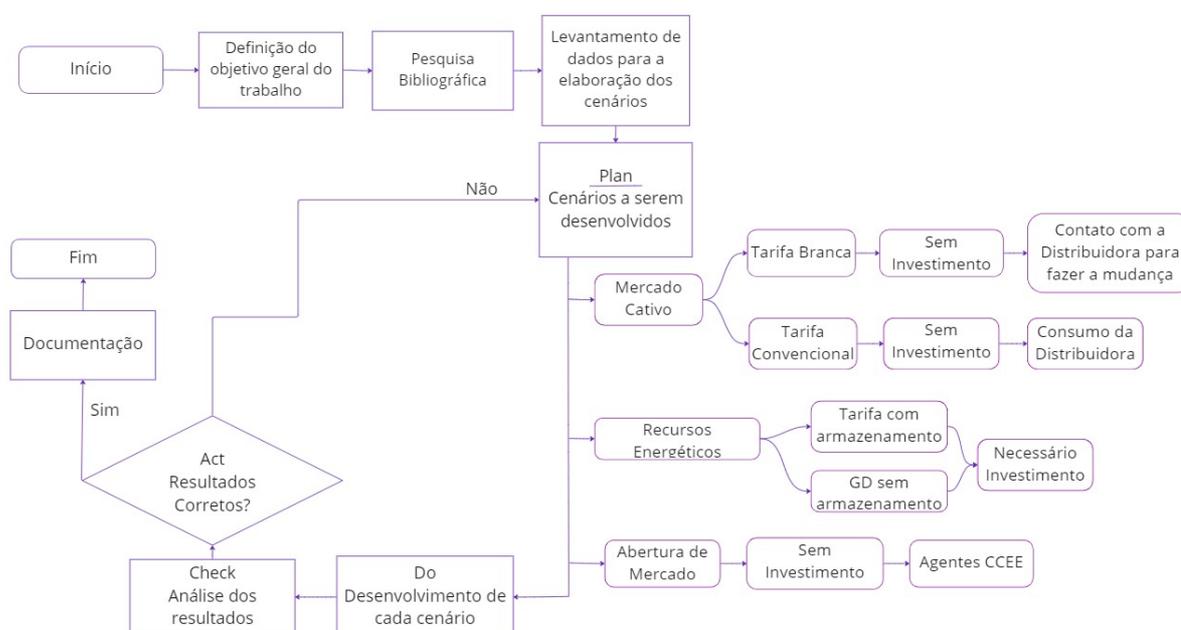
tenha fronteiras elétricas bem definidas. Quanto à atribuição pequena, pode-se falar em duas frentes, uma relacionada à extensão física e outra em relação a termos elétricos, ambas instituídas apenas em relação à rede elétrica convencional. Ainda não se tem um consenso entre os autores da literatura sobre esta condição e as microrredes podem ter tamanhos variados. Elas são fisicamente pequenas por não ocuparem, normalmente, espaços com áreas cujo raio exceda as dezenas de quilômetros, não sendo alcançadas as dimensões dos sistemas elétricos tradicionais, que chegam a ter magnitudes nacionais. “As microrredes são, por sua vez, eletricamente pequenas por terem, no total, potências que não ultrapassam as dezenas de MW e por serem sistemas de baixa e média tensões somente.” (JUNIOR, 2020, 4).

São consideradas controláveis porque todos os seus elementos estão sob domínio próprio ou são direcionados por um dispositivo supervisor interno, sendo, deste modo, comandados e regulados prioritariamente no interior da própria microrrede. Por fim, é pertinente às microrredes a autonomia, ou seja, podem trabalhar no modo ilhado ou modo conectado a uma rede principal. O primeiro se refere ao suprimento de energia elétrica feito unicamente pelos próprios REDs (Recursos Energéticos Distribuídos) da microrrede, cujas capacidades de produção são, em regra, suficientes para alimentar as cargas locais, sem recebê-la ou fornecê-la através de recursos externos. No último caso, a microrrede é sincronizada e interconectada a uma rede da concessionária e injeta energia na rede quando tem excedente e exporta energia da rede quando não se tem suficiente geração para abastecer naquele momento. “De outra maneira, uma microrrede opera ilhada quando ela gera suas próprias referências de tensão e de frequência e em paralelo ou conectada à rede na situação oposta.”(JUNIOR, 2020, 4).

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizado o modelo protótipo juntamente com o método PDCA (Plan, Do, Check, Act, em português significa Planejar, Fazer, Verificar e Agir), afim de tornar válido a ferramenta desenvolvida, como apresentado no fluxograma da figura 7.

Figura 7: Fluxograma da metodologia PDCA e cenários desenvolvidos.



Fonte: Autora, 2022 (Adaptado).

Depois que foi definido o tema do trabalho, iniciou-se a pesquisa bibliográfica que está apresentada no capítulo 2, em que foi feita uma apresentação dos conceitos teóricos que estão presentes no tema desta obra.

Em seguida, definiu-se quais cenários seriam abordados e fez-se um levantamento de quais dados eram necessários para o seu desenvolvimento, então, desenvolveu-se os cenários e, em seguida, foi feita a análise de resultado para cada um deles.

De tal modo, para a situação de uma unidade consumidora no subgrupo B2, se enquadrando em uma das subclasses relacionadas acima, será realizado o estudo de cenários de forma genérica que poderá ser aplicado a este subgrupo.

Como primeiro cenário considerou-se o usuário continuar no Ambiente de Contratação Regulada (ACR) com a tarifa convencional. Um segundo cenário seria a tarifa branca em que será analisado se compensa o usuário aderir a essa modalidade. O terceiro cenário seria a aplicação dos descontos tarifários para irrigantes na modalidade da tarifa branca, considerando-se também a instalação de uma geração distribuída na propriedade. Outro cenário, similar ao anterior, com a única diferença que é aplicado ao consumidor na modalidade convencional. O quinto seria uma GD sem armazenamento. O último cenário seria a ampliação do mercado livre de energia, também chamada de “portabilidade da fatura” no Ambiente de Contratação Livre (ACL). Alguns cenários possíveis, como a combinação de “GD com armazenamento”, não foram explorados nesta etapa devido ao elevado investimento para o perfil de consumidor em análise.

A seguir são apresentados os procedimentos metodológicos adotados nas simulações realizadas na ferramenta computacional desenvolvida na forma de planilhas eletrônicas em que este trabalho está estruturado.

3.1 Cenário Tarifa Branca

Os valores de tarifas foram extraídos da Resolução Homologatória nº 3.138, de 16 de novembro de 2022 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) fornecido pelo site da distribuidora CEEE Equatorial de Bagé do Rio Grande do Sul. E os valores de PIS/COFINS e ICMS foram obtidos no site da CEEE Equatorial. A seguir é apresentada a fórmula usada para calcular o valor da tarifa TUSD com incidência de PIS/COFINS.

$$\text{Valor Tarifa TUSD com PIS/COFINS} = \left(\frac{\text{valor TUSD}_{\text{Posto Tarifário}}}{1 - \text{PIS} - \text{COFINS}} \right) - \text{Valor TUSD} \quad (1)$$

Com a equação 1, se faz a aplicação para os 3 postos tarifários com a incidência dos impostos PIS e COFINS, em que a tarifa para cada posto tarifário difere. Para o cálculo da TE, tem-se a mesma fórmula, como apresentado na equação 2, modificando-se apenas os valores da tarifa TE para cada posto tarifário.

$$\text{Valor Tarifa TE com PIS/COFINS} = \left(\frac{\text{valor TE}_{\text{Posto Tarifário}}}{1 - \text{PIS} - \text{COFINS}} \right) - \text{Valor TE} \quad (2)$$

Diferentemente da TUSD, na TE além da incidência do imposto PIS e COFINS, tem-se o ICMS, que é um valor fixo em 12% como apresentado anteriormente, considerando o regramento tributário do Rio Grande do Sul, vigente em 2023. Os valores de PIS e COFINS variam conforme o mês faturado.

$$\text{Valor Tarifa TE com ICMS} = \left(\frac{\text{valor TE}_{\text{Posto Tarifário}}}{(1 - \text{PIS} - \text{COFINS}) \cdot (1 - \text{ICMS})} \right) - \text{Valor TE} \quad (3)$$

Para se calcular o valor final da TUSD de cada posto tarifário, soma-se o resultado da parcela valor tarifa TUSD com incidência de PIS/COFINS mais o valor da tarifa TUSD fornecido pela resolução homologatória da ANEEL nº 3.138, de 16 de novembro de 2022, como apresentado na equação 4.

$$\text{Tarifa TUSD Final} = \text{Valor Tarifa TUSD com PIS/COFINS} + \text{Valor TUSD} \quad (4)$$

Para se calcular o valor final da TE, tem-se um processo similar ao explicado anteriormente, mas adiciona-se também a parcela com incidência de ICMS.

$$\text{Tarifa TE Final} = \text{Valor Tarifa TE (PIS/COFINS)} + \text{Valor Tarifa TE (ICMS)} + \text{Valor TE} \quad (5)$$

Em seguida foi calculado o valor referente a bandeira tarifária para cada posto tarifário, como apresentado na equação 6.

$$\text{Bandeira}_{\text{Posto Tarifário}} = \text{Bandeira no mês} \cdot \text{Consumo}_{\text{Posto Tarifário}} \quad (6)$$

Em seguida, calcula-se a parcela PIS/COFINS com a parcela dos impostos e multiplica-se pelo consumo, ou seja, soma-se o resultado das equações 1 e 2, e em seguida, multiplica-se pelo consumo. Esta operação é feita para cada posto tarifário com seus valores correspondentes de tarifas.

$$\text{PIS/COFINS} = \text{Consumo}_{\text{Posto Tarifário}} \cdot (\text{Valor Tarifa TUSD} + \text{Valor Tarifa TE}) \quad (7)$$

Depois, calcula-se a parcela referente ao ICMS, para isto foi necessário a criação de uma função de uma condição na planilha eletrônica, pois pela norma até

100 kWh o usuário paga 12% de ICMS, acima disso vai ser deferido zero para os próximos e ele paga somente os primeiros 100 kWh, conforme regramento tributário do Rio Grande do Sul, vigente em 2023. Então, se o consumo for menor que 100 kWh, será multiplicado o valor do consumo pelo resultado da equação 3 (valor tarifa TE com ICMS), se o consumo for maior que 100, então vai ser multiplicado 100 pelo resultado da equação 3.

$$ICMS = SE(\text{consumo} \leq 100; \text{consumo} \cdot \text{valor TE ICMS}; SE(\text{consumo} > 100; 100 * \text{valor TE ICMS}) \quad (8)$$

Foi calculado em seguida o custo homologado pela ANEEL (TUSD + TE), ou seja, o valor da energia sem a incidência de impostos para cada posto tarifário, situação em que se tem o valor de TUSD e TE para cada posto tarifário, assim como o montante de consumo.

$$\text{Custo ANEEL (TUSD + TE)} = \text{Consumo}_{\text{Posto Tarifário}} \cdot (\text{Tarifa TUSD} + \text{Tarifa TE}) \quad (9)$$

Os cálculos apresentados anteriormente são realizados para os postos tarifários ponta, intermediário e fora ponta, então, tem-se os valores finais das equações 4 e 5 para cada posto tarifário. Cujo equacionamento, possibilita calcular o preço final para cada posto tarifário, conforme a Equação 10, e em seguida, soma-se estes e obtém-se o valor do faturamento para aquele período específico do mês.

$$\text{Preço Final}_{\text{Posto Tarifário}} = (\text{Tarifa TUSD Final} + \text{Tarifa TE Final}) \cdot \text{Consumo}_{\text{Posto Tarifário}} + \text{Bandeira}_{\text{Posto Tarifário}} \quad (10)$$

A partir do cálculo do preço final para cada posto tarifário é possível calcular o valor da fatura de energia elétrica, como apresentado na equação 11.

$$\text{Valor da Fatura} = \text{Preço Final}_p + \text{Preço Final}_{\text{Int}} + \text{Preço Final}_{\text{FP}} \quad (11)$$

Com isso, obtém-se o valor da fatura de energia para o cenário em que o usuário está no mercado cativo, na modalidade tarifa Branca.

3.2 Cenário Tarifa Convencional

Os valores de tarifas foram obtidos na Resolução Homologatória nº 3.138 da ANEEL, fornecida pelo site da distribuidora CEEE Equatorial de Bagé do Rio Grande do Sul. Assim como, os valores de PIS/COFINS e ICMS conseguidos no site da CEEE Equatorial. A seguir tem-se a fórmula usada para calcular o valor da tarifa TUSD com incidência de PIS/COFINS.

$$\text{Valor Tarifa TUSD com PIS/COFINS} = \left(\frac{\text{Valor TUSD}}{1 - \text{PIS} - \text{COFINS}} \right) - \text{Valor TUSD} \quad (12)$$

Para o cálculo da TE, tem-se a mesma fórmula, como apresentado na equação 12, modificando-se apenas os valores da tarifa TE para a modalidade convencional.

$$\text{Valor Tarifa TE com PIS/COFINS} = \left(\frac{\text{Valor TE}}{1 - \text{PIS} - \text{COFINS}} \right) - \text{Valor TE} \quad (13)$$

Diferentemente da TUSD, na TE além da incidência do imposto PIS e COFINS, tem-se o ICMS, que é um valor de 12%.

$$\text{Valor Tarifa TE com ICMS} = \left(\frac{\text{Valor TE}}{(1 - \text{PIS} - \text{COFINS}) \cdot (1 - \text{ICMS})} \right) - \text{Valor TE} \quad (14)$$

Para se calcular o valor final da TUSD soma-se o resultado da parcela valor tarifa TUSD com incidência de PIS/COFINS mais o valor da tarifa TUSD fornecido pela resolução homologatória da ANEEL nº 3.138, de 16 de novembro de 2022 para a subclasse rural, modalidade convencional.

$$\text{Tarifa TUSD Final} = \text{Valor Tarifa TUSD com PIS/COFINS} + \text{Valor TUSD} \quad (15)$$

Para se calcular a parcela final da TE, tem-se um processo similar ao explicado anteriormente, com a modificação apenas que adiciona-se a parcela com incidência de ICMS.

$$\text{Tarifa TE Final} = \text{Valor Tarifa TE (PIS/COFINS)} + \text{Valor Tarifa TE (ICMS)} + \text{Valor TE} \quad (16)$$

Calcula-se o valor em moeda referente a bandeira tarifária, em que se tem a multiplicação do valor da bandeira tarifária daquele mês pelo consumo dele.

$$\text{Bandeira} = (\text{Bandeira Tarifária}(\text{R\$/kWh})) \cdot \text{Consumo} (\text{kWh}) \quad (17)$$

Calcula-se a parcela em real de PIS/COFINS, em que se tem o consumo multiplicado pela soma das parcelas TUSD e TE.

$$\text{PIS/COFINS} = \text{Consumo} \cdot (\text{Preço Tarifa TUSD com PIS/COFINS} + \text{Preço Tarifa TE com PIS/COFINS}) \quad (18)$$

Para os valores referentes a ICMS realizou-se uma função em que se tem se o consumo for menor ou igual a 100 kWh, multiplica-se o consumo pelo resultado da equação 14 (Valor tarifa TE com ICMS), se o consumo maior, multiplica-se 100 pelo resultado da equação 14.

$$\text{ICMS} = SE(\text{Consumo} \leq 100; \text{Consumo} * \text{V.T. TE ICMS}; SE(\text{Consumo} > 100; 100 * \text{V.T. TE ICMS})) \quad (19)$$

Em seguida foi calculado o custo ANEEL (TUSD + TE), ou seja, o valor da energia sem a incidência de impostos. Na qual se tem o valor de TUSD e TE somado e, posteriormente multiplicado pelo consumo.

$$\text{Custo ANEEL} (\text{TUSD} + \text{TE}) = \text{Consumo} \cdot (\text{Tarifa TUSD} + \text{Tarifa TE}) \quad (20)$$

Por fim, calcula-se o preço final da fatura mensal, em que se soma o valor da tarifa TUSD final mais o valor da tarifa TE final, posteriormente, multiplica-se este somatório pelo consumo.

$$\text{Valor da Fatura} = (\text{Tarifa TUSD Final} + \text{Tarifa TE Final}) \cdot \text{Consumo} + \text{Bandeira} \quad (21)$$

Assim, obtém-se o valor da fatura de energia para o cenário em que o consumidor está no mercado cativo, na modalidade convencional.

3.3 Cenário Tarifa Branca “Irrigante” com armazenamento

Este cenário é similar ao cenário Tarifa Branca no quesito de equações aplicadas, postos tarifários e tarifas (TUSD e TE). A diferença se encontra na aplicação dos descontos tarifários ao irrigante, na qual tem-se um desconto de 60% a 73% na TUSD e TE para o horário reservado que corresponde ao período de oito horas e trinta minutos corridos na madrugada, ou seja, das 21:30 às 06:00 horas. Para este trabalho considerou-se um desconto tarifário de 60% para o horário reservado. Em que para calcular o valor da tarifa TUSD para cada posto tarifário com incidência dos impostos PIS/COFINS, utilizou-se a fórmula 22.

$$\text{Valor Tarifa TUSD com PIS/COFINS} = \left(\frac{\text{valor TUSD}_{\text{Posto Tarifário}}}{1 - \text{PIS-COFINS}} \right) - \text{Valor TUSD} \quad (22)$$

Para se calcular o valor da tarifa TE com impostos PIS/COFINS, usou-se a equação 23, em que aplicou-a para cada posto tarifário.

$$\text{Valor Tarifa TE com PIS/COFINS} = \left(\frac{\text{valor TE}_{\text{Posto Tarifário}}}{1 - \text{PIS-COFINS}} \right) - \text{Valor TE} \quad (23)$$

Como o ICMS é calculado somente sobre a tarifa TE, tem-se a seguinte equação.

$$\text{Valor Tarifa TE com ICMS} = \left(\frac{\text{valor TE}_{\text{Posto Tarifário}}}{(1 - \text{PIS-COFINS}) \cdot (1 - \text{ICMS})} \right) - \text{Valor TE} \quad (24)$$

Com isso, pode-se calcular o valor da tarifa final TUSD para cada posto tarifário. Sendo que esta é a somatória do valor da tarifa TUSD com PIS/COFINS mais o valor da TUSD fornecido pela Resolução Homologatória da ANEEL n° 3.138, de 16 de novembro de 2022, como na equação a seguir.

$$\text{Tarifa TUSD Final} = \text{Valor Tarifa TUSD com PIS/COFINS} + \text{Valor TUSD} \quad (25)$$

O mesmo procedimento é realizado para o cálculo da tarifa final, TE, em que soma-se a parcela do valor da tarifa considerando a incidência de PIS/COFINS, a

parcela tarifa TE com ICMS e o valor da TE fornecida pela Resolução Homologatória da ANEEL nº 3.138.

$$\text{Tarifa TE Final} = \text{Valor Tarifa TE (PIS/COFINS)} + \text{Valor Tarifa TE (ICMS)} + \text{Valor TE} \quad (26)$$

Foi calculado também o valor referente a bandeira tarifária para cada posto tarifário, como apresentado na equação 27.

$$\text{Bandeira}_{\text{Posto Tarifário}} = \text{Bandeira no mês} \cdot \text{Consumo}_{\text{Posto Tarifário}} \quad (27)$$

Posteriormente foi calculada a parcela PIS/COFINS, em que soma-se o resultado das equações 22 e 23, valor tarifa TUSD com PIS/COFINS e valor tarifa TE com PIS/COFINS, respectivamente. E em seguida multiplica-se pelo consumo. Este cálculo é feito para cada posto tarifário.

$$\text{PIS/COFINS} = \text{Consumo}_{\text{Posto Tarifário}} \cdot (\text{Valor Tarifa TUSD} + \text{Valor Tarifa TE}) \quad (28)$$

Em seguida, calcula-se a parcela do ICMS, em que seguindo a mesma lógica apresentada no cenário de tarifa branca. Na qual criou-se uma condição, se o consumo fosse menor ou igual a 100 kWh, multiplica-se o valor da tarifa TE com incidência de ICMS, e caso o consumo fosse maior que 100 kWh, multiplica-se 100 vezes a tarifa TE com incidência de ICMS, pois são cobrados apenas os primeiros 100 kWh.

$$\text{ICMS} = \text{SE}(\text{consumo} \leq 100; \text{consumo} \cdot \text{valor TE ICMS}; \text{SE}(\text{consumo} > 100; 100 * \text{valor TE ICMS})) \quad (29)$$

Posteriormente, calculou-se o custo ANEEL (TUSD + TE), isso significa o valor da energia sem a aplicação dos impostos. Na qual, se tem o valor de TUSD, TE e consumo, para cada posto tarifário.

$$\text{Custo ANEEL (TUSD + TE)} = \text{Consumo}_{\text{Posto Tarifário}} \cdot (\text{Tarifa TUSD} + \text{Tarifa TE}) \quad (30)$$

Agora, pode-se calcular o preço final para cada posto tarifário, em que se tem a tarifa TUSD, TE e consumo, para cada posto tarifário.

$$Preço\ Final_{Posto\ Tarifário} = (Tarifa\ TUSD\ Final + Tarifa\ TE\ Final) \cdot Consumo_{Posto\ Tarifário} + Bandeira_{Posto\ Tarifário} \quad (31)$$

Com isso, pode-se calcular o valor final da fatura de energia elétrica, que é a somatória do preço final na ponta, intermediário, fora ponta e horário reservado.

$$Valor\ da\ Fatura = Preço\ Final_p + Preço\ Final_{Int} + Preço\ Final_{FP} + Preço\ Final_{HR} \quad (32)$$

Com isso, obtém-se o valor da fatura de energia para o cenário em que o usuário está na tarifa branca com aplicação dos descontos tarifários para irrigante.

Em seguida, montou-se a parte referente a armazenamento, em que considerou-se o valor da fatura de tarifa branca com aplicação dos descontos tarifários sem armazenamento menos o valor com armazenamento, considerando-se um sistema de armazenamento de energia de 2 kWh, em que se realiza o carregamento no momento em que se tem a tarifa com menor custo, ou seja, no horário reservado, e considerou-se o descarregamento no posto tarifário ponta e intermediário, momentos do dia em que se tem as tarifas mais caras.

Realizou-se o payback para uma bateria de 2 kWh, em que conforme dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) teria-se um custo de 4000 R\$/kWh, então tem-se um custo total de R\$ 8000. Considerou-se uma correção monetária da tarifa de 6%, inflação de manutenção de 3% e taxa de atratividade de 11%.

Então calcula-se a receita anual, que seria a soma da receita anual do ano anterior mais a multiplicação da receita anual vezes a correção monetária da tarifa. Como manutenção, seguiu-se a mesma lógica anterior, mas utilizou-se o valor da inflação da manutenção e do custo da manutenção. Calculou-se a economia de caixa e o payback do sistema.

3.4 Cenário Tarifa “Irrigante “ Convencional com armazenamento

Este cenário é similar ao anterior, mas aplicado à modalidade convencional do mercado cativo, ou seja, são aplicadas as mesmas tarifas TUSD e TE do cenário convencional, isto é, ele é uma junção do cenário anterior com o convencional. Na qual, como no anterior tem-se um desconto tarifário irrigante de 60% para o horário reservado das 21:30 as 06:00 horas da manhã.

Na equação 33 tem-se apresentado a fórmula usada para calcular o valor da tarifa TUSD com incidência dos impostos PIS/COFINS.

$$\text{Valor Tarifa TUSD com PIS/COFINS} = \left(\frac{\text{Valor TUSD}}{1 - \text{PIS} - \text{COFINS}} \right) - \text{Valor TUSD} \quad (33)$$

Para o cálculo da TE, tem-se a mesma fórmula, mudando-se apenas os valores da tarifa TUSD para TE.

$$\text{Valor Tarifa TE com PIS/COFINS} = \left(\frac{\text{Valor TE}}{1 - \text{PIS} - \text{COFINS}} \right) - \text{Valor TE} \quad (34)$$

Em seguida calcula-se a TE com incidência do imposto de ICMS.

$$\text{Valor Tarifa TE com ICMS} = \left(\frac{\text{Valor TE}}{(1 - \text{PIS} - \text{COFINS}) \cdot (1 - \text{ICMS})} \right) - \text{Valor TE} \quad (35)$$

Posteriormente, calcula-se o valor final da TUSD somando-se o resultado da parcela valor tarifa TUSD com PIS/COFINS e o valor da tarifa TUSD.

$$\text{Tarifa TUSD Final} = \text{Valor Tarifa TUSD com PIS/COFINS} + \text{Valor TUSD} \quad (36)$$

Em seguida, calcula-se a tarifa final TE, em que soma-se o valor tarifa TE com incidência de PIS/COFINS, valor tarifa TE com incidência de ICMS e o valor da TE.

$$\text{Tarifa TE Final} = \text{Valor Tarifa TE (PIS/COFINS)} + \text{Valor Tarifa TE (ICMS)} + \text{Valor TE} \quad (37)$$

Com isso, calcula-se o valor referente à bandeira tarifária, na qual se multiplica o valor da bandeira tarifária pelo consumo referente a cada mês.

$$\text{Bandeira} = (\text{Bandeira Tarifária (R\$/kWh)}) \cdot \text{Consumo (kWh)} \quad (38)$$

Depois calcula-se a parcela PIS/COFINS, em que se tem o consumo multiplicado pela soma das parcelas TUSD e TE com incidência dos impostos.

$$PIS/COFINS = Consumo \cdot (Preço Tarifa TUSD com PIS/COFINS + Preço Tarifa TE com PIS/COFINS) \quad (39)$$

E em seguida, calcula-se a parcela referentes a ICMS que é feita da mesma forma explicada anteriormente.

$$ICMS = SE(Consumo \leq 100; Consumo * V.T. TE ICMS; SE(Consumo > 100; 100 * V.T. TE ICMS)) \quad (40)$$

Depois foi calculado o custo ANEEL (TUSD + TE), que é o valor da energia sem a incidência de impostos. Em que se soma as tarifas TUSD e TE e posteriormente multiplica-se pelo consumo.

$$Custo ANEEL (TUSD + TE) = Consumo \cdot (Tarifa TUSD + Tarifa TE) \quad (41)$$

Por fim, calcula-se o preço final para o período em que se tem o horário reservado e para o período que se usa a tarifa convencional.

$$Preço Final = (Tarifa TUSD Final + Tarifa TE Final) \cdot Consumo + Bandeira \quad (42)$$

E finalmente, chega-se ao valor da fatura mensal ao soma-se o preço final convencional mais o preço final horário reservado.

$$Preço Final Fatura = Preço Convencional + Preço Horário Reservado \quad (43)$$

Com isso, chega-se ao valor da fatura de energia para o cenário em que o consumidor está no mercado cativo, na modalidade convencional com aplicação dos descontos tarifários para irrigantes.

Similar ao cenário anterior, obtém-se o valor da fatura de energia para o cenário em que o usuário está na tarifa convencional com incidência dos descontos tarifários para irrigante. Posteriormente, se montou a parte do armazenamento, em que considerou-se o valor da fatura de tarifa convencional com aplicação dos descontos tarifários sem armazenamento menos o valor com armazenamento, isso

seria o valor referente a economia gerada com a instalação de um sistema de armazenamento.

Considerou-se um sistema de armazenamento de 2 kWh, em que se realiza o carregamento no momento em que se tem a tarifa com menor custo, isto é, no horário reservado das 21:30 às 6:00, e o descarregamento no horário convencional.

De forma similar ao caso anterior, se realizou o payback para uma bateria de 2 kWh, em que se utilizou dados da EPE em que se teria um custo de 4.000,00 R\$/kWh, então tem-se um custo total de R\$ 8.000,00. Se considerou uma correção monetária da tarifa de 6%, inflação de manutenção de 3% e taxa de atratividade de 11%.

Em seguida, se calcula a receita anual, que seria a soma da receita anual do ano anterior mais a multiplicação da receita anual vezes a correção monetária da tarifa. Como manutenção, seguiu-se a mesma lógica anterior, mas utilizou-se o valor da inflação da manutenção e do custo da manutenção. Calculou-se a economia de caixa e o payback do sistema.

3.5 Cenário GD

Dada as mudanças recorrentes no cenário da geração distribuída fotovoltaica, este foi o cenário que necessitou ser atualizado diante das mudanças regulatórias em tramitação nesses primeiros dias de 2023. Neste cenário o foco principal não é o desenvolvimento de um projeto de instalação fotovoltaica, para tanto, neste caso utilizou-se os dados fornecidos pelo trabalho de Moraes Lima (2020), em que se tem um sistema que possibilita o abastecimento da unidade consumidora.

Assim, conforme as novas regras da Lei 14.300/2022, tem-se a cobrança evolutiva para TUSD Fio-B, ou seja, a partir de 2023 o consumidor gerador que injetar energia na rede elétrica irá pagar uma parcela para a distribuidora por utilizar a rede. Essa remuneração ocorre de forma escalonada, cujo percentual irá aumentar de 15% até 90%, de 2023 a 2028, depois deste período serão decididas as novas regras para a GD. De outra parte, tem-se a retirada da cobrança do custo de

disponibilidade em duplicidade, previsto no ato regulatório anterior. Além disso, dois fatores que influenciam no custo final do sistema e são muito importantes para a análise são:

- Simultaneamente, ou seja, momento em que ocorre a geração e consumo de energia de forma simultânea;
- E, a porcentagem do fio B na composição da tarifa, que varia de acordo com a distribuidora.

A partir dessas condições se desenvolveu uma análise para o período de 2023 a 2028 com a variação do percentual para cada ano. O valor do fio B da distribuidora CEEE Equatorial foi encontrado no site da ANEEL, na parte referente a Calendário e Resultados dos Processos Tarifários de Distribuição. Na planilha desenvolvida, focou-se em desenvolver um algoritmo para o novo regramento, o qual deve ser detalhado em publicações futuras.

Figura 8: Tarifas e percentual da TUSD-Fio B

TE	0,26174					
TUSD cheia	0,35449					
TUSD fio B	0,13987					
% de fio B por ano	15% em 2023	30% em 2024	45% em 2025	60% em 2026	75% em 2027	90% em 2028
TUSD paga	0,021	0,042	0,063	0,084	0,105	0,126
Valor TUSD compensada	0,334	0,313	0,292	0,271	0,250	0,229
Valor Tarifa	0,595	0,574	0,553	0,532	0,511	0,490
Custo de Disponibilidade	Tarifa Básica (kWh)	Valor Tarifa (TUSD + TE)	Valor do Custo do Disponibilidade			
Monofásico	30	0,61623	18,4869			
Bifásico	50	0,61623	30,8115			
Trifásico	100	0,61623	61,623			

Fonte: Autora, 2023.

Em seguida, foi aplicado à TUSD e TE a parcela de consumo e de geração de energia, como será apresentado no subcapítulo 4.5.

3.6 Cenário Mercado Livre

No cenário de possibilidade de ampliação da abertura de mercado, tem-se um consumidor que migra do mercado cativo para o livre, na qual este paga o mesmo

valor de TUSD que o ambiente de contratação regulado, mas tem a possibilidade de negociar o valor da TE a depender do seu fornecedor.

Considerou-se os mesmos valores de bandeira tarifária apresentado anteriormente. Tem-se os valores de TUSD e TE apresentados a seguir:

- $TUSD = 0,35449$ e $TE_{ACL} = 0,7 \cdot TE_{ACR}$;

Como fórmulas para a parte de consumo tem-se as mesmas equações apresentadas no cenário convencional. Portanto, o que diferencia é que ao invés de aplicar a TE homologada se considera os valores estimados para aquisição de energia no ACL, cujo valor já considera possíveis adequações nas instalações e taxas de administração.

4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a pesquisa foram feitas suposições de perfis de consumo em que foram analisados os cenários apresentados anteriormente. Neste capítulo, tem-se apresentado de forma simplificada os cenários e nos apêndices são apresentados de forma completa.

Um dado similar a todos os cenários são os valores das bandeiras tarifárias que são apresentados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), na qual se tem a bandeira tarifária verde com uma tarifa zero, em que as condições de geração de energia são favoráveis. Já na bandeira amarela, se tem uma tarifa de R\$ 0,02969 por kWh, em que as condições são menos favoráveis. Para a bandeira vermelha patamar I, tem-se condições custosas para a geração de energia, em que a tarifa é R\$ 0,06500 por kWh. E por fim, tem-se a bandeira tarifária vermelha patamar II que se tem condições muito mais custosas para a geração de energia, na qual o valor da tarifa é R\$ 0,09795 por kWh, como apresentado na figura 9.

Figura 9: Bandeiras Tarifárias.

Bandeiras	
Verde	0,00
Amarelo	0,03
Vermelha Patamar I	0,07
Vermelha Patamar II	0,10

Fonte: ANEEL, 2022.

4.1 Análise do Cenário Tarifa Branca

Então iniciou-se primeiramente o desenvolvimento do cenário em que o usuário opta pelo mercado cativo, tarifa branca, na qual tem-se três postos tarifários: horário de ponta, intermediário e fora ponta. Em que usou-se como base os valores da Resolução Homologatória nº 3.138, de 16 de novembro de 2022 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) fornecido pelo site da distribuidora CEEE Equatorial, que atua em Bagé, no Rio Grande do Sul. A seguir, tem-se os valores de TUSD e TE para cada posto tarifário.

Figura 10: Valores de TUSD e TE para a tarifa branca.

Tarifa Branca Homologada pela ANEEL da Resolução Homologatória N° 3.138, de 16 novembro de 2022		
TUSD	Ponta	R\$ 0,74
	Intermediário	R\$ 0,51
	Fora Ponta	R\$ 0,28
TE	Ponta	R\$ 0,39
	Intermediário	R\$ 0,25
	Fora Ponta	R\$ 0,25

Fonte: Resolução Homologatória pela ANEEL n° 3.138, de 16 de novembro de 2022.

Para ser possível calcular os preços de energia para cada posto tarifário, como apresentado na metodologia no capítulo 3.1, necessita-se dos valores de ICMS, PIS e COFINS, mostrado nas figuras 11 e 12, na qual para quesito de cálculo utilizou-se o ICMS de 12% informado no site da CEEE Equatorial, como apresentado na figura 11.

Figura 11: Valor da alíquota de ICMS e valores de tarifa para cada posto tarifário da tarifa branca.

		Valor kWh para a Concessionária CEEE Equatorial Rio Grande do Sul		
	Aliquota ICMS	Ponta	Intermediário	Fora Ponta
Rural Sem CPR	17,00%	R\$ 1,13	R\$ 0,76	R\$ 0,53
Rural Com CPR	12% p/ primeiros 100 kWh e diferido (0%)			
Rural Irrigante/Hor. Especial (Art.53-L da REN 414)			Não se aplica	

Fonte: CEEE Equatorial, 2022.

Para calcular o valor da conta de energia elétrica extraiu-se do site da distribuidora CEEE Equatorial os valores referentes aos meses de janeiro a dezembro de 2022 de PIS e COFINS. E o valor referente ao ICMS foi fixo em 12%.

Figura 12: Valor de PIS, COFINS e ICMS para cada mês do ano de 2022.

Mês	PIS	COFINS	ICMS Ponta	ICMS Intermediário	ICMS Fora Ponta
Janeiro	1,20%	5,52%	12,00%	12,00%	12,00%
Fevereiro	1,20%	5,52%	12,00%	12,00%	12,00%
Março	1,16%	5,36%	12,00%	12,00%	12,00%
Abril	1,18%	5,43%	12,00%	12,00%	12,00%
Mai	1,15%	5,30%	12,00%	12,00%	12,00%
Junho	1,17%	5,39%	12,00%	12,00%	12,00%
Junho	1,17%	5,37%	12,00%	12,00%	12,00%
Agosto	0,91%	4,21%	12,00%	12,00%	12,00%
Setembro	0,78%	3,61%	12,00%	12,00%	12,00%
Outubro	0,92%	4,24%	12,00%	12,00%	12,00%
Novembro	1,13%	5,22%	12,00%	12,00%	12,00%
Dezembro	1,36%	6,25%	12,00%	12,00%	12,00%

Fonte: CEEE Equatorial, 2022.

Para fins de cálculo é importante se ter os horários de ponta, intermediário e fora ponta definidos, já que para cada intervalo tem-se um valor de tarifa, para isso usou-se os dados de segmentos horários da modalidade horária branca da CEEE Equatorial.

Figura 13: Postos tarifários para a CEEE Equatorial.

Segmentos Horários Modalidade Horária Branca para a distribuidora CEEE Equatorial do Rio Grande do Sul		
Início	Final	Segmento Horário
00:00:00	16:59:00	Fora Ponta
17:00:00	17:59:00	Intermediário
18:00:00	20:59:00	Ponta
21:00:00	21:59:00	Intermediário
22:00:00	23:59:00	Fora Ponta

Fonte: CEEE Equatorial, 2022.

Estimou-se uma curva de carga típica para efeito de análise do cenário de tarifa branca, em que a parte verde corresponde ao horário de ponta, na qual se tem a tarifa mais elevada do período do dia. Já em amarelo tem-se representado o horário intermediário, ou seja, aquela uma hora antes e depois do horário de ponta. E por fim, se tem o horário fora ponta que corresponde a tarifa mais barata, esta é aplicada nos dias úteis no período de meia noite até às 16:59 horas e das 22 às 23:59, já nos dias não úteis ela é aplicada em todo o horário do dia.

Para cada mês se tem seu respectivo valor de bandeira tarifária, consumo, tarifa PIS/COFINS e uma alíquota fixa de ICMS, sendo que a última é aplicada somente a parcela de tarifa de energia (TE).

Para se realizar a simulação dos cenários foi necessário estabelecer uma curva de carga em que a parte verde representa o posto tarifário ponta, o amarelo o posto tarifário intermediário e o em branco no período da madrugada, manhã, tarde e noite, o período fora ponta.

Figura 14: Curva de Carga utilizada para a tarifa branca.

Exemplo	Curva de carga	1	Consumo diário	Uteis	Não uteis
Turno	Horas	Perfil	10	22	8
Madrugada	00-01	0,01	0,1	2,2	0,8
Madrugada	01-02	0,01	0,1	2,2	0,8
Madrugada	02-03	0,01	0,1	2,2	0,8
Madrugada	03-04	0,01	0,1	2,2	0,8
Madrugada	04-05	0,01	0,1	2,2	0,8
Madrugada	05-06	0,01	0,1	2,2	0,8
Madrugada	06-07	0,01	0,1	2,2	0,8
Manhã	07-08	0,01	0,1	2,2	0,8
Manhã	08-09	0,05	0,5	11	4
Manhã	09-10	0,05	0,5	11	4
Manhã	10-11	0,05	0,5	11	4
Manhã	11-12	0,05	0,5	11	4
Tarde	00-01	0,07	0,7	15,4	5,6
Tarde	01-02	0,07	0,7	15,4	5,6
Tarde	02-03	0,07	0,7	15,4	5,6
Tarde	03-04	0,07	0,7	15,4	5,6
Tarde	04-05	0,07	0,7	15,4	5,6
Tarde	05-06	0,07	0,7	15,4	5,6
Noite	06-07	0,05	0,5	11	4
Noite	07-08	0,05	0,5	11	4
Noite	08-09	0,05	0,5	11	4
Noite	09-09:30	0,025	0,25	5,5	2
Noite	09:30-10	0,025	0,25	5,5	2
Noite	10-11	0,05	0,5	11	4
Noite	11-12	0,05	0,5	11	4

Fonte: autora, 2022.

Para cada mês do ano de 2022 foi inserida a sua bandeira tarifária correspondente, com base nos dados publicados pela ANEEL.

Figura 15: Bandeiras referente a cada mês

Mês	Bandeiras	Bandeira Tarifária
Janeiro	Verde	0
Fevereiro	Amarelo	R\$ 0,02989
Março	Vermelha Patamar I	R\$ 0,06500
Abril	Vermelha Patamar II	R\$ 0,09795
Maiο	Verde	0
Junho	Vermelha Patamar I	R\$ 0,06500
Junho	Vermelha Patamar II	R\$ 0,09795
Agosto	Vermelha Patamar I	R\$ 0,06500
Setembro	Amarelo	R\$ 0,02989
Outubro	Amarelo	R\$ 0,02989
Neveμβro	Verde	0
Dezembro	Verde	0

Fonte: autora, 2022.

A seguir, tem-se os cálculos para o posto tarifário ponta, em que como apresentado na metodologia foi realizada a somatória do consumo ponta para as 3 horas corridas, aplicada somente para os dias úteis. Depois calculou-se o preço da tarifa TUSD com PIS/COFINS, o preço da tarifa TE com PIS/COFINS e o preço da tarifa TE com ICMS.

Posteriormente, calculou-se a tarifa final para TUSD e TE e o valor que corresponde à bandeira tarifária pelo consumo medido no posto tarifário ponta. Em seguida calculou-se o valor de PIS/COFINS e ICMS, referente à incidência de impostos, também foi calculado o valor da conta sem a incidência de impostos, ou seja, com os valores de TUSD e TE fornecidas pela Resolução Homologatória nº 3.138, de 16 de novembro de 2022 da ANEEL. Por fim, foi calculado o valor final com preço da ponta. Na figura 16 se tem apresentado uma versão simplificada da tabela, sua versão completa se encontra apêndice B: Cenário Tarifa Branca.

Figura 16: Cálculo para o posto tarifário ponta.

Consumo Ponta (kWh)	33
Preço Tarifa TUSD Ponta com PIS/COFINS (R\$/kWh)	R\$ 0,05
Preço Tarifa TE Ponta com PIS/COFINS (R\$/kWh)	R\$ 0,03
Preço Tarifa TE Ponta com ICMS (R\$/kWh)	R\$ 0,08
Tarifa TUSD Final (R\$)	R\$ 0,80
Tarifa TE Final (R\$)	R\$ 0,50
Bandeira	R\$ 0,00
PIS/COFINS	R\$ 2,69
ICMS	R\$ 2,80
Custo ANEEL (TUSD+TE)	R\$ 37,38
Preço Final Ponta (R\$)	R\$ 42,87

Fonte: autora, 2022.

Seguiu-se a mesma lógica apresentada anteriormente, com a diferença que utilizou-se os valores referentes a tarifa TUSD e TE para o posto tarifário intermediário e o consumo usado foi o referente ao período intermediário nos dias úteis, ou seja, uma hora anterior e posterior ao posto tarifário ponta.

Figura 17: Cálculo para o posto tarifário intermediário.

Consumo Intermediário (kWh)	26
Preço Tarifa TUSD Intermediário com PIS/COFINS (R\$/kWh)	R\$ 0,04
Preço Tarifa TE Intermediário com PIS/COFINS (R\$/kWh)	R\$ 0,02
Preço Tarifa TE Intermediário com ICMS (R\$/kWh)	R\$ 0,05
Tarifa TUSD Final (R\$)	R\$ 0,55
Tarifa TE Final (R\$)	R\$ 0,32
Bandeira	R\$ 0,00
PIS/COFINS	R\$ 1,45
ICMS	R\$ 1,44
Custo ANEEL (TUSD+TE)	R\$ 20,07
Preço Final Intermediário (R\$)	R\$ 22,95

Fonte: autora, 2022.

Para o posto tarifário fora ponta, considerou-se o período do consumo aquele da meia noite até às 16:59 e das 22 até as 23:59 nos dias úteis, nos dias não úteis ela é aplicada para todo o período do dia. Realizou-se o mesmo processo utilizado anteriormente, com a diferença no valor do consumo e das tarifas TUSD e TE, que foram usadas a do período fora ponta.

Figura 18: Cálculo para o posto tarifário fora ponta.

Consumo Fora Ponta (kWh)	241
Preço Tarifa TUSD Fora Ponta com PIS/COFINS (R\$/kWh)	0,02
Preço Tarifa TE Fora Ponta com PIS/COFINS (R\$/kWh)	0,02
Preço Tarifa TE Fora Ponta com ICMS (R\$/kWh)	0,05
Tarifa TUSD Final (R\$)	0,30
Tarifa TE Final (R\$)	0,32
Bandeira	0,00
PIS/COFINS	9,13
ICMS	5,46
Custo ANEEL (TUSD+TE)	126,77
Preço Final Fora Ponta (R\$)	149,03

Fonte: autora, 2022.

Como resultado, tem-se o valor da fatura de energia elétrica para cada mês, levando-se em consideração os postos tarifários e as tarifas TUSD e TE aplicada a cada um deles.

Figura 19: Fatura de energia elétrica para a modalidade tarifária Branca.

Mês	Valor da Fatura (R\$)
Janeiro	R\$ 214,86
Fevereiro	R\$ 223,83
Março	R\$ 233,74
Abril	R\$ 243,90
Maio	R\$ 214,01
Junho	R\$ 233,86
Junho	R\$ 243,68
Agosto	R\$ 229,39
Setembro	R\$ 216,65
Outubro	R\$ 218,98
Novembro	R\$ 213,70
Dezembro	R\$ 217,69

Fonte: autora, 2022.

Com isso, chega-se ao valor final da fatura para o cenário em que a unidade consumidora está na tarifa branca.

4.2 Análise do Cenário Convencional

O segundo cenário desenvolvido foi o que o usuário opta por permanecer no mercado cativo, na modalidade convencional. Para este, tem-se a tarifa monômnia, na qual se paga uma única tarifa que é válida para qualquer horário do dia. Utilizou-se como base os valores da Resolução Homologatória nº 3.138, de 16 de novembro de 2022 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) fornecido pelo site da distribuidora CEEE Equatorial de Bagé do Rio Grande do Sul para extrair os dados de TUSD e TE para este tipo de modalidade. Assim como, a curva de carga

apresentada na figura 14, em que a única diferença é que o convencional possui uma tarifa única para todos os dias do mês. Na figura 20 são apresentados os valores da TUSD e TE utilizadas neste cenário.

Figura 20: Valores de TUSD e TE para a modalidade convencional

TUSD	0,35449
TE	0,26174

Fonte: Resolução Homologatória pela ANEEL nº 3.138, de 16 de novembro de 2022.

Para calcular-se o valor final da fatura de energia, utilizou-se os valores de ICMS, PIS e COFINS, mostrado nas figuras 21 e 22, na qual para quesito de cálculo utilizou-se o ICMS de 12% informado no site da CEEE Equatorial, como apresentado na figura 21.

Figura 21: Valor da alíquota de ICMS.

	Alíquota ICMS	Valor kWh para a Concessionária CEEE Equatorial Rio Grande do Sul
Rural Sem CPR	17,00%	0,61623
Rural Com CPR	12% p/ primeiros 100 kWh e diferido (0%)	
Rural Irrigante/Hor. Especial (Art.53-L da		0,221656

Fonte: CEEE Equatorial, 2022.

Para calcular o valor da conta de energia elétrica extraiu-se do site da distribuidora CEEE Equatorial os valores referentes aos meses de janeiro a dezembro de 2022 dos impostos PIS e COFINS, assim como exposto no cenário anterior.

Figura 22: Valor de PIS e COFINS para cada mês do ano de 2022.

Mês	PIS	COFINS	ICMS
Janeiro	1,20%	5,52%	12,00%
Fevereiro	1,20%	5,52%	12,00%
Março	1,16%	5,36%	12,00%
Abril	1,18%	5,43%	12,00%
Mai	1,15%	5,30%	12,00%
Junho	1,17%	5,39%	12,00%
Junlho	1,17%	5,37%	12,00%
Agosto	0,91%	4,21%	12,00%
Setembro	0,78%	3,61%	12,00%
Outubro	0,92%	4,24%	12,00%
Nevembro	1,13%	5,22%	12,00%
Dezembro	1,36%	6,25%	12,00%

Fonte: CEEE Equatorial, 2022.

Tem-se para cada mês seu respectivo valor de bandeira tarifária, consumo, tarifa PIS/COFINS e uma tarifa fixa de ICMS, sendo que a última é aplicada somente a parcela de energia (TE).

Na tarifa convencional tem-se a mesma tarifa TUSD e TE aplicada a todo o período do dia, esta foi retirada da Resolução Homologatória nº 3.138, de 16 de novembro de 2022 da ANEEL para a B2 (rural), convencional, como apresentado na figura 20. A metodologia de cálculo é similar à aplicada a tarifa branco, com a diferença que não se tem postos tarifários e a tarifa é monômnia.

Figura 23: Cálculo para o cenário convencional.

Consumo (kWh)	300
Preço Tarifa TUSD com PIS/COFINS (R\$/kWh)	R\$ 0,03
Preço Tarifa TE com PIS/COFINS (R\$/kWh)	R\$ 0,02
Preço Tarifa TE com ICMS (R\$/kWh)	R\$ 0,06
Tarifa TUSD Final (R\$)	R\$ 0,38
Tarifa TE Final (R\$)	R\$ 0,34
Bandeira Tarifária	R\$ 0,00
PIS/COFINS	R\$ 13,32
ICMS	R\$ 5,71
Custo Tarifa ANEEL (TE + TUSD)	R\$ 184,87
Preço Final (R\$)	R\$ 215,32

Fonte: autora, 2022.

A seguir, tem-se o valor da fatura de energia elétrica para cada mês, levando-se em consideração os impostos e as tarifas TUSD e TE aplicada.

Figura 24: Fatura de energia elétrica para a modalidade tarifária convencional.

Mês	Valor da Fatura
Janeiro	215,32
Fevereiro	224,29
Março	234,20
Abril	244,36
Maio	214,47
Junho	234,32
Junho	244,14
Agosto	229,87
Setembro	217,13
Outubro	219,46
Novembro	214,16
Dezembro	218,15

Fonte: autora, 2022.

Com isso, chega-se ao valor final da fatura de energia elétrica para o cenário em que o usuário permanece no mercado cativo, na tarifa convencional.

4.3 Análise do cenário Tarifa “Irrigante” Branca com armazenamento

Este cenário é similar ao cenário Tarifa Branca com a diferença que se aplica os descontos tarifários para irrigantes, em que se tem um desconto de 60% a 73% na TUSD e TE para o horário reservado que corresponde ao período das 21:30 às 06:00 horas. Como dito anteriormente, para este trabalho se considerou um desconto tarifário de 60% para o horário reservado, já que se explora a área de atuação da CEEE Equatorial.

A seguir, tem-se os valores considerados para tarifas ponta, intermediário, fora ponta e horário reservado, na qual tem-se o horário de cada posto tarifário,

assim com o desconto tarifário aplicado a este e conseqüentemente a sua tarifa final aplicada a cada um deles.

Figura 25: Valores de TUSD e TE para a tarifa irrigante branca.

Tarifa Branca Homologada pela ANEEL da Resolução Homologatória Nº 3.138, de 16 novembro de 2022				Descontos Tarifários	Tarifa Final
TUSD	18:00 - 20:59	Ponta	R\$ 0,74	0%	R\$ 0,74
	17:00 - 17:59 21:00 - 21:30	Intermediário	R\$ 0,51	0%	R\$ 0,51
	6:00 - 17:00	Fora Ponta	R\$ 0,28	0%	R\$ 0,28
	21:30 - 6:00	Horário reservado	R\$ 0,28	60%	R\$ 0,17
TE	18:00 - 20:59	Ponta	R\$ 0,39	0%	R\$ 0,39
	17:00 - 17:59 21:00 - 21:30	Intermediário	R\$ 0,25	0%	R\$ 0,25
	6:00 - 17:00	Fora Ponta	R\$ 0,25	0%	R\$ 0,25
	21:30 - 6:00	Horário reservado	R\$ 0,25	60%	R\$ 0,15

Fonte: Resolução Homologatória pela ANEEL nº 3.138, de 16 de novembro de 2022.

Para calcular o valor da conta de energia elétrica usou-se os dados fornecidos pelo site da distribuidora CEEE Equatorial, referentes aos meses de janeiro a dezembro de 2022 de PIS e COFINS. E o valor referente ao ICMS é de 12%.

Figura 26: Valor de PIS, COFINS e ICMS para cada mês do ano de 2022.

Mês	PIS	COFINS	ICMS Ponta	ICMS Intermediário	ICMS Fora Ponta	ICMS Horário Reservado
Janeiro	1,20%	5,52%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%
Fevereiro	1,20%	5,52%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%
Março	1,16%	5,36%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%
Abril	1,18%	5,43%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%
Maio	1,15%	5,30%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%
Junho	1,17%	5,39%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%
Junho	1,17%	5,37%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%
Agosto	0,91%	4,21%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%
Setembro	0,78%	3,61%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%
Outubro	0,92%	4,24%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%
Novembro	1,13%	5,22%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%
Dezembro	1,36%	6,25%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%

Fonte: CEEE Equatorial, 2022.

Como curva de carga tem-se uma similar à aplicada à tarifa branca, modificando-se o período intermediário posterior ao horário ponta, em que vai ser considerado apenas 30 minutos, totalizando 1 hora e 30 minutos o posto tarifário intermediário. O posto fora ponta será do período das 7:00 horas da manhã às 17:00 horas da tarde, para os dias úteis, e das 6:00 horas até as 21:30, para os dias não úteis.

Figura 27: Curva de Carga utilizada para a tarifa irrigante branca.

Exemplo	Curva de carga		Consumo diário		
	Horas	Perfil	Uteis	Uteis	Não uteis
Turno			10	22	8
Madrugada	00-01	0,01	0,1	2,2	0,8
Madrugada	01-02	0,01	0,1	2,2	0,8
Madrugada	02-03	0,01	0,1	2,2	0,8
Madrugada	03-04	0,01	0,1	2,2	0,8
Madrugada	04-05	0,01	0,1	2,2	0,8
Madrugada	05-06	0,01	0,1	2,2	0,8
Madrugada	06-07	0,01	0,1	2,2	0,8
Manhã	07-08	0,01	0,1	2,2	0,8
Manhã	08-09	0,05	0,5	11	4
Manhã	09-10	0,05	0,5	11	4
Manhã	10-11	0,05	0,5	11	4
Manhã	11-12	0,05	0,5	11	4
Tarde	00-01	0,07	0,7	15,4	5,6
Tarde	01-02	0,07	0,7	15,4	5,6
Tarde	02-03	0,07	0,7	15,4	5,6
Tarde	03-04	0,07	0,7	15,4	5,6
Tarde	04-05	0,07	0,7	15,4	5,6
Tarde	05-06	0,07	0,7	15,4	5,6
Noite	06-07	0,05	0,5	11	4
Noite	07-08	0,05	0,5	11	4
Noite	08-09	0,05	0,5	11	4
Noite	09-09:30	0,025	0,25	5,5	2
Noite	09:30-10	0,025	0,25	5,5	2
Noite	10-11	0,05	0,5	11	4
Noite	11-12	0,05	0,5	11	4

Fonte: autora, 2022.

Na tarifa “irrigante” branca com armazenamento, tem-se a aplicação dessa modalidade em seus devidos postos tarifários, mas diferentemente da tarifa branca, este cenário leva em consideração os descontos tarifários irrigantes que variam de 60% a 73%. Para este trabalho considerou-se 60%, com isso se tem uma mudança no consumo para cada posto tarifário se comparado a tarifa branca, já que insere-se o horário reservado. A seguir, tem-se o resultado obtido para o posto tarifário ponta.

Figura 28: Resultados obtidos para o posto tarifário ponta.

Consumo Ponta (kWh)	33
Preço Tarifa TUSD Ponta com PIS/COFINS (R\$/kWh)	R\$ 0,05
Preço Tarifa TE Ponta com PIS/COFINS (R\$/kWh)	R\$ 0,03
Preço Tarifa TE Ponta com ICMS (R\$/kWh)	R\$ 0,08
Tarifa TUSD Final (R\$)	R\$ 0,80
Tarifa TE Final (R\$)	R\$ 0,50
Bandeira	R\$ 0,00
PIS/COFINS	R\$ 2,69
ICMS	R\$ 2,80
Custo ANEEL (TUSD+TE)	R\$ 37,38
Preço Final Ponta (R\$)	R\$ 42,87

Fonte: autora, 2023.

Se calculou para a parte do posto tarifário intermediário, de forma similar ao da tarifa branca, com a diferença que o posto tarifário posterior ao ponta invés de ter uma hora, terá 30 minutos, pois o horário reservado se inicia às 21:30.

Figura 29: Resultados obtidos para o posto tarifário intermediário.

Consumo Intermediário (kWh)	21
Preço Tarifa TUSD Intermediário com PIS/COFINS (R\$/kWh)	0,04
Preço Tarifa TE Intermediário com PIS/COFINS (R\$/kWh)	0,02
Preço Tarifa TE Intermediário com ICMS (R\$/kWh)	0,05
Tarifa TUSD Final (R\$)	0,55
Tarifa TE Final (R\$)	0,32
Bandeira	0,00
PIS/COFINS	1,14
ICMS	1,14
Custo ANEEL (TUSD+TE)	15,89
Preço Final Intermediário (R\$)	18,17

Fonte: autora, 2023.

De forma similar se fez a análise para um consumo fora ponta, como apresentado a seguir.

Figura 30: Resultados obtidos para o posto tarifário fora ponta.

Consumo Fora Ponta (kWh)	191
Preço Tarifa TUSD Fora Ponta com PIS/COFINS (R\$/kWh)	0,02
Preço Tarifa TE Fora Ponta com PIS/COFINS (R\$/kWh)	0,02
Preço Tarifa TE Fora Ponta com ICMS (R\$/kWh)	0,05
Tarifa TUSD Final (R\$)	0,30
Tarifa TE Final (R\$)	0,32
Bandeira	0,00
PIS/COFINS	7,23
ICMS	5,46
Custo ANEEL (TUSD+TE)	100,42
Preço Final Fora Ponta (R\$)	118,06

Fonte: autora, 2023.

Para o horário reservado realizou-se os cálculos de forma similar aos postos tarifários anteriores com a mudança do consumo, em que se aplicou o horário reservado das 21:30 às 6:00 da manhã.

Figura 31: Resultados obtidos para o horário reservado.

Consumo Horário Reservado (kWh)	56
Preço Tarifa TUSD Horário Reservado com PIS/COFINS (R\$/kWh)	0,01
Preço Tarifa TE Horário Reservado com PIS/COFINS (R\$/kWh)	0,01
Preço Tarifa TE Horário Reservado com ICMS (R\$/kWh)	0,03
Tarifa TUSD Final (R\$)	0,18
Tarifa TE Final (R\$)	0,19
Bandeira	0,00
PIS/COFINS	1,26
ICMS	1,82
Custo ANEEL (TUSD+TE)	17,55
Preço Final Fora Ponta (R\$)	20,63

Fonte: autora, 2023.

A seguir, tem-se o valor da fatura com a aplicação da tarifa branca e o desconto tarifário para irrigantes.

Figura 32: Valor da fatura sem o armazenamento.

Mês	Valor da Fatura (R\$)
Janeiro	R\$ 199,73
Fevereiro	R\$ 208,70
Março	R\$ 218,66
Abril	R\$ 228,80
Maior	R\$ 198,94
Junho	R\$ 218,76
Junho	R\$ 228,59
Agosto	R\$ 214,62
Setembro	R\$ 202,03
Outubro	R\$ 204,20
Novembro	R\$ 198,65
Dezembro	R\$ 202,37

Fonte: autora, 2023.

O valor da fatura apresentado acima considera-se sem o armazenamento. Já o da figura 33 tem-se o preço com armazenamento, considerando o carregamento no horário em que a tarifa está mais barata, ou seja, o horário reservado. E, um descarregamento no horário de ponta e intermediário.

Figura 33: Valor da fatura sem/com o armazenamento e economia gerada.

Mês	Preço sem Armazenamento (R\$)	Preço com Armazenamento (R\$)	Economia (%)
Janeiro	R\$ 199,73	R\$ 172,07	13,85%
Fevereiro	R\$ 208,70	R\$ 179,43	14,02%
Março	R\$ 218,66	R\$ 187,56	14,22%
Abril	R\$ 228,80	R\$ 195,90	14,38%
Maio	R\$ 198,94	R\$ 171,38	13,86%
Junho	R\$ 218,76	R\$ 187,66	14,22%
Junlho	R\$ 228,59	R\$ 195,72	14,38%
Agosto	R\$ 214,62	R\$ 184,00	14,27%
Setembro	R\$ 202,03	R\$ 173,54	14,10%
Outubro	R\$ 204,20	R\$ 175,46	14,07%
Nevembro	R\$ 198,65	R\$ 171,12	13,86%
Dezembro	R\$ 202,37	R\$ 174,40	13,82%

Fonte: autora, 2023.

Já na figura a seguir se tem-se a análise financeira, considerando-se um sistema de R\$ 8000 de 2 kWh, tem-se que o sistema não se paga na sua vida útil, tornando inviável a instalação do armazenamento em que se tem um pagamento a vista, já quando o pagamento é parcelado este se paga no 9° ano.

Figura 34: Análise financeira.

Análise Financeira A Vista						
			0° Ano	1° Ano	2° Ano	
Valor Total do Investimento	R\$ 8.000,00		Receita Anual	R\$ 0,00	R\$ 355,81	R\$ 377,16
			Manutenção	R\$ 0,00	R\$ 20,00	R\$ 20,60
Correção Monetária da Tarifa	6%		Economia de Caixa	-R\$ 8.000,00	R\$ 335,81	R\$ 356,56
Inflação Manutenção	3%		Economia Anual (PAY BACK)	-R\$ 8.000,00	-R\$ 7.664,19	-R\$ 7.307,64
Correção Monetária Anual			VPL (Valor Presente Líquido)	R\$ 3.383,15		
Taxa de Atratividade de Investimento	11%		TIR (Taxa Interna de Retorno)	0%		
Análise Financeira com Parcelamento						
			0° Ano	1° Ano	2° Ano	
Valor Total do Investimento	R\$ 8.000,00		Receita Anual	R\$ 0,00	R\$ 355,81	R\$ 377,16
Próprio Investimento	R\$ 1.000,00		Manutenção	R\$ 0,00	R\$ 20,00	R\$ 20,60
Valor do Financiamento	R\$ 7.000,00		Parcelas de Financiamento		R\$ 2.786,42	R\$ 2.786,42
Quantas vezes o valor será parcelado no ano	4		Economia de Caixa	-R\$ 8.000,00	-R\$ 2.450,61	-R\$ 2.429,86
Juros do Parcelamento	21,60%		Economia Anual (PAY BACK)	0	-R\$ 9.450,61	-R\$ 7.020,75
			VPL (Valor Presente Líquido)	-R\$ 5.261,56		
Correção Monetária da Tarifa	6%		TIR (Taxa Interna de Retorno)	-9,980%		
Inflação Manutenção	3%					
Correção Monetária Anual						
Taxa de Atratividade de Investimento	11%					

Fonte: autora, 2023.

Por fim, conclui-se que este cenário é vantajoso para aquele que tem o direito a descontos tarifários irrigantes, mas sem armazenamento para essa faixa de consumo.

4.4 Análise cenário Tarifa “Irrigante “ Convencional com armazenamento

Este cenário é similar ao anterior, mas aplicado à modalidade convencional do mercado cativo, em que são utilizadas as mesmas tarifas TUSD e TE, ou seja, ele é uma junção do cenário anterior com o convencional. Na qual, como no anterior tem-se um desconto tarifário irrigante de 60% para o horário reservado das 21:30 as 06:00 horas da manhã.

Figura 35: Valores de TUSD e TE para a tarifa irrigante convencional.

Desconto Tarifário	60%
TUSD	0,35
TE	0,26
TUSD Irrigante	0,21
TE Irrigante	0,16

Fonte: Resolução Homologatória pela ANEEL nº 3.138, de 16 de novembro de 2022.

Seguindo a mesma metodologia apresentada anteriormente tem-se os valores de PIS, COFINS e ICMS aplicados.

Figura 36: Valor de PIS, COFINS e ICMS para cada mês do ano de 2022.

Mês	PIS	COFINS	ICMS
Janeiro	1,20%	5,52%	12,00%
Fevereiro	1,20%	5,52%	12,00%
Março	1,16%	5,36%	12,00%
Abril	1,18%	5,43%	12,00%
Maior	1,15%	5,30%	12,00%
Junho	1,17%	5,39%	12,00%
Junho	1,17%	5,37%	12,00%
Agosto	0,91%	4,21%	12,00%
Setembro	0,78%	3,61%	12,00%
Outubro	0,92%	4,24%	12,00%
Novembro	1,13%	5,22%	12,00%
Dezembro	1,36%	6,25%	12,00%

Fonte: CEEE Equatorial, 2022.

Como curva de carga tem-se uma similar à aplicada ao cenário anterior e a convencional, em que as tarifas com descontos são aplicadas no horário reservado das 21:30 as 06:00, e no restante do período aplica-se a tarifa convencional.

Figura 37: Curva de Carga utilizada para a tarifa irrigante convencional.

Exemplo	Curva de carga	1	Consumo diário	Uteis	Não uteis
Turno	Horas	Perfil	10	22	8
Madrugada	00-01	0,01	0,1	2,2	0,8
Madrugada	01-02	0,01	0,1	2,2	0,8
Madrugada	02-03	0,01	0,1	2,2	0,8
Madrugada	03-04	0,01	0,1	2,2	0,8
Madrugada	04-05	0,01	0,1	2,2	0,8
Madrugada	05-06	0,01	0,1	2,2	0,8
Madrugada	06-07	0,01	0,1	2,2	0,8
Manhã	07-08	0,01	0,1	2,2	0,8
Manhã	08-09	0,05	0,5	11	4
Manhã	09-10	0,05	0,5	11	4
Manhã	10-11	0,05	0,5	11	4
Manhã	11-12	0,05	0,5	11	4
Tarde	00-01	0,07	0,7	15,4	5,6
Tarde	01-02	0,07	0,7	15,4	5,6
Tarde	02-03	0,07	0,7	15,4	5,6
Tarde	03-04	0,07	0,7	15,4	5,6
Tarde	04-05	0,07	0,7	15,4	5,6
Tarde	05-06	0,07	0,7	15,4	5,6
Noite	06-07	0,05	0,5	11	4
Noite	07-08	0,05	0,5	11	4
Noite	08-09	0,05	0,5	11	4
Noite	09-09:30	0,025	0,25	5,5	2
Noite	09:30-10	0,025	0,25	5,5	2
Noite	10-11	0,05	0,5	11	4
Noite	11-12	0,05	0,5	11	4

Fonte: autora, 2022.

Na tarifa “irrigante” convencional com armazenamento, segue-se a mesma lógica do cenário anterior. A seguir tem-se a aplicação da tarifa convencional para o horário durante o dia e os seus resultados.

Figura 38: Resultados obtidos para o convencional.

Consumo (kWh)	245
Preço Tarifa TUSD com PIS/COFINS (R\$/kWh)	R\$ 0,03
Preço Tarifa TE com PIS/COFINS (R\$/kWh)	R\$ 0,02
Preço Tarifa TE com ICMS (R\$/kWh)	R\$ 0,06
Tarifa TUSD Final (R\$)	R\$ 0,38
Tarifa TE Final (R\$)	R\$ 0,34
Bandeira	R\$ 0,00
PIS/COFINS	R\$ 10,85
ICMS	R\$ 5,71
Custo Tarifa ANEEL (TE + TUSD)	R\$ 150,67
Preço Convencional (R\$)	R\$ 175,49

Fonte: autora, 2023.

Em seguida, tem-se a aplicação da tarifa “irrigante” para o horário reservado, assim como os resultados obtidos.

Figura 39: Resultados obtidos para o horário reservado.

Consumo (kWh)	56
Preço Tarifa TUSD com PIS/COFINS (R\$/kWh)	R\$ 0,02
Preço Tarifa TE com PIS/COFINS (R\$/kWh)	R\$ 0,01
Preço Tarifa TE com ICMS (R\$/kWh)	R\$ 0,03
Tarifa TUSD Final (R\$)	R\$ 0,23
Tarifa TE Final (R\$)	R\$ 0,20
Bandeira	R\$ 0,00
PIS/COFINS	R\$ 1,48
ICMS	R\$ 1,90
Custo Tarifa ANEEL (TE + TUSD)	R\$ 20,52
Preço Tarifa Irrigante (R\$)	R\$ 23,90

Fonte: autora, 2023.

A seguir, tem-se o valor da fatura com a aplicação da tarifa convencional e o desconto tarifário para irrigantes, sem considerar o armazenamento.

Figura 40: Valor da fatura sem o armazenamento.

Mês	Preço Final (R\$)
Janeiro	199,39
Fevereiro	208,36
Março	218,32
Abril	228,45
Mai	198,60
Junho	218,42
Junho	228,25
Agosto	214,30
Setembro	201,72
Outubro	203,88
Novembro	198,31
Dezembro	202,01

Fonte: autora, 2023.

O valor da fatura apresentado acima considera-se sem o armazenamento. Já o da figura a seguir se tem o preço com armazenamento, em que se considerou o período do carregamento no horário em que a tarifa é mais barata, ou seja, o horário reservado. E, um descarregamento no horário de convencional.

Figura 41: Valor da fatura sem/com o armazenamento e economia gerada.

Mês	Preço Sem armazenamento (R\$)	Preço com Armazenamento(R\$)	Economia (%)
Janeiro	199,39	182,16	8,64%
Fevereiro	208,36	183,82	11,78%
Março	218,32	185,25	15,15%
Abril	228,45	187,31	18,01%
Mai	198,60	181,45	8,64%
Junho	218,42	185,35	15,14%
Junho	228,25	187,12	18,02%
Agosto	214,30	181,58	15,27%
Setembro	201,72	177,76	11,88%
Outubro	203,88	179,73	11,84%
Nevenbro	198,31	181,18	8,64%
Dezembro	202,01	184,56	8,64%

Fonte: autora, 2023.

A seguir, tem-se a análise financeira, considerando-se um sistema de R\$ 8000 de 2 kWh, assim como o apresentado anteriormente, neste o sistema não se paga na sua vida útil, tornando inviável a instalação do armazenamento em que se tem um pagamento a vista, já quando o pagamento é parcelado este se paga no 11º ano.

Figura 42: Análise financeira.

Análise Financeira A Vista					
			0º Ano	1º Ano	
Valor Total do Investimento	R\$ 8.000,00		Receita Anual	R\$ 0,00	R\$ 322,76
			Manutenção	R\$ 0,00	R\$ 20,00
Correção Monetária da Tarifa	6%		Economia de Caixa	-R\$ 8.000,00	R\$ 302,76
Inflação Manutenção	3%		Economia Anual (PAY BACK)	-R\$ 8.000,00	-R\$ 7.697,24
Correção Monetária Anual			VPL (Valor Presente Líquido)	R\$ 3.053,22	
Taxa de Atratividade de Investimento	11%		TIR (Taxa Interna de Retorno)	-1%	

Análise Financeira com Parcelamento					
			0º Ano	1º Ano	
Valor Total do Investimento	R\$ 8.000,00		Receita Anual	R\$ 0,00	R\$ 322,76
Próprio Investimento	R\$ 1.000,00		Manutenção	R\$ 0,00	R\$ 20,00
Valor do Financiamento	R\$ 7.000,00		Parcelas de Financiamento		R\$ 2.786,42
Quantas vezes o valor será parcelado no ano	4		Economia de Caixa	-R\$ 8.000,00	-R\$ 2.483,66
Juros do Parcelamento	21,60%		Economia Anual (PAY BACK)	0	-R\$ 9.483,66
Correção Monetária da Tarifa	6%		VPL (Valor Presente Líquido)	-R\$ 5.591,50	
Inflação Manutenção	3%		TIR (Taxa Interna de Retorno)	-10,977%	
Correção Monetária Anual					
Taxa de Atratividade de Investimento	11%				

Fonte: autora, 2023.

Portanto, conclui-se que este cenário é vantajoso para aquele que tem o direito a descontos tarifários irrigantes, mas sem armazenamento para essa faixa de consumo. Assim como ocorre no cenário anterior.

4.5 Análise cenário com Geração Distribuída

Neste cenário, tem-se uma análise do impacto da variação da TUSD ao longo de 2023 a 2028, em que vai-se aumentando gradativamente a parcela a ser paga à distribuidora pelo uso do sistema de distribuição.

Figura 43: Simulação da geração distribuída fotovoltaica.

2023											
Mês	Consumo	Geração	TE	TUSD cheia	TUSD compensada	Valor TE consumo	Valor TE geração	Valor TUSD consumo	Valor TUSD compensada	Total consumo	Total geração
Janeiro	300	368	0,262	0,354	0,334	78,522	96,320	106,347	122,731	184,869	96,320
Fevereiro	300	304	0,262	0,354	0,334	78,522	79,569	106,347	101,387	184,869	79,569
Março	300	319	0,262	0,354	0,334	78,522	83,495	106,347	106,390	184,869	83,495
Abril	300	257	0,262	0,354	0,334	78,522	67,267	106,347	85,712	184,869	67,267
Mai	300	234	0,262	0,354	0,334	78,522	61,247	106,347	78,041	184,869	61,247
Junho	300	193	0,262	0,354	0,334	78,522	50,516	106,347	64,367	184,869	50,516
Junho	300	215	0,262	0,354	0,334	78,522	56,274	106,347	71,705	184,869	56,274
Agosto	300	255	0,262	0,354	0,334	78,522	66,744	106,347	85,045	184,869	66,744
Setembro	300	268	0,262	0,354	0,334	78,522	70,146	106,347	89,381	184,869	70,146
Outubro	300	328	0,262	0,354	0,334	78,522	85,851	106,347	109,391	184,869	85,851
Novembro	300	335	0,262	0,354	0,334	78,522	87,683	106,347	111,726	184,869	87,683
Dezembro	300	348	0,262	0,354	0,334	78,522	91,086	106,347	116,061	184,869	91,086

(a)

2024											
Mês	Consumo	Geração	TE	TUSD cheia	TUSD compensada	Valor TE consumo	Valor TE geração	Valor TUSD consumo	Valor TUSD compensada	Total consumo	Total geração
Janeiro	300	368	0,262	0,354	0,313	78,522	96,320	106,347	115,011	184,869	96,320
Fevereiro	300	304	0,262	0,354	0,313	78,522	79,569	106,347	95,009	184,869	79,569
Março	300	319	0,262	0,354	0,313	78,522	83,495	106,347	99,697	184,869	83,495
Abril	300	257	0,262	0,354	0,313	78,522	67,267	106,347	80,320	184,869	67,267
Mai	300	234	0,262	0,354	0,313	78,522	61,247	106,347	73,132	184,869	61,247
Junho	300	193	0,262	0,354	0,313	78,522	50,516	106,347	60,318	184,869	50,516
Junho	300	215	0,262	0,354	0,313	78,522	56,274	106,347	67,194	184,869	56,274
Agosto	300	255	0,262	0,354	0,313	78,522	66,744	106,347	79,695	184,869	66,744
Setembro	300	268	0,262	0,354	0,313	78,522	70,146	106,347	83,758	184,869	70,146
Outubro	300	328	0,262	0,354	0,313	78,522	85,851	106,347	102,510	184,869	85,851
Novembro	300	335	0,262	0,354	0,313	78,522	87,683	106,347	104,697	184,869	87,683
Dezembro	300	348	0,262	0,354	0,313	78,522	91,086	106,347	108,760	184,869	91,086

(b)

2025											
Mês	Consumo	Geração	TE	TUSD cheia	TUSD compensada	Valor TE consumo	Valor TE geração	Valor TUSD consumo	Valor TUSD compensada	Total consumo	Total geração
Janeiro	300	368	0,262	0,354	0,292	78,522	96,320	106,347	107,290	184,869	96,320
Fevereiro	300	304	0,262	0,354	0,292	78,522	79,569	106,347	88,631	184,869	79,569
Março	300	319	0,262	0,354	0,292	78,522	83,495	106,347	93,004	184,869	83,495
Abril	300	257	0,262	0,354	0,292	78,522	67,267	106,347	74,928	184,869	67,267
Mai	300	234	0,262	0,354	0,292	78,522	61,247	106,347	68,222	184,869	61,247
Junho	300	193	0,262	0,354	0,292	78,522	50,516	106,347	56,269	184,869	50,516
Junho	300	215	0,262	0,354	0,292	78,522	56,274	106,347	62,683	184,869	56,274
Agosto	300	255	0,262	0,354	0,292	78,522	66,744	106,347	74,345	184,869	66,744
Setembro	300	268	0,262	0,354	0,292	78,522	70,146	106,347	78,135	184,869	70,146
Outubro	300	328	0,262	0,354	0,292	78,522	85,851	106,347	95,628	184,869	85,851
Novembro	300	335	0,262	0,354	0,292	78,522	87,683	106,347	97,669	184,869	87,683
Dezembro	300	348	0,262	0,354	0,292	78,522	91,086	106,347	101,459	184,869	91,086

(c)

2026											
Mês	Consumo	Geração	TE	TUSD cheia	TUSD compensada	Valor TE consumo	Valor TE geração	Valor TUSD consumo	Valor TUSD compensada	Total consumo	Total geração
Janeiro	300	368	0,262	0,354	0,271	78,522	96,320	106,347	99,569	184,869	96,320
Fevereiro	300	304	0,262	0,354	0,271	78,522	79,569	106,347	82,253	184,869	79,569
Março	300	319	0,262	0,354	0,271	78,522	83,495	106,347	86,311	184,869	83,495
Abril	300	257	0,262	0,354	0,271	78,522	67,267	106,347	69,536	184,869	67,267
Mai	300	234	0,262	0,354	0,271	78,522	61,247	106,347	63,313	184,869	61,247
Junho	300	193	0,262	0,354	0,271	78,522	50,516	106,347	52,220	184,869	50,516
Junho	300	215	0,262	0,354	0,271	78,522	56,274	106,347	58,172	184,869	56,274
Agosto	300	255	0,262	0,354	0,271	78,522	66,744	106,347	68,995	184,869	66,744
Setembro	300	268	0,262	0,354	0,271	78,522	70,146	106,347	72,512	184,869	70,146
Outubro	300	328	0,262	0,354	0,271	78,522	85,851	106,347	88,746	184,869	85,851
Novembro	300	335	0,262	0,354	0,271	78,522	87,683	106,347	90,640	184,869	87,683
Dezembro	300	348	0,262	0,354	0,271	78,522	91,086	106,347	94,158	184,869	91,086

(d)

2027											
Mês	Consumo	Geração	TE	TUSD cheia	TUSD compensada	Valor TE consumo	Valor TE geração	Valor TUSD consumo	Valor TUSD compensada	Total consumo	Total geração
Janeiro	300	368	0,262	0,354	0,250	78,522	96,320	106,347	91,848	184,869	96,320
Fevereiro	300	304	0,262	0,354	0,250	78,522	79,569	106,347	75,875	184,869	79,569
Março	300	319	0,262	0,354	0,250	78,522	83,495	106,347	79,618	184,869	83,495
Abril	300	257	0,262	0,354	0,250	78,522	67,267	106,347	64,144	184,869	67,267
Mai	300	234	0,262	0,354	0,250	78,522	61,247	106,347	58,403	184,869	61,247
Junho	300	193	0,262	0,354	0,250	78,522	50,516	106,347	48,170	184,869	50,516
Junho	300	215	0,262	0,354	0,250	78,522	56,274	106,347	53,661	184,869	56,274
Agosto	300	255	0,262	0,354	0,250	78,522	66,744	106,347	63,645	184,869	66,744
Setembro	300	268	0,262	0,354	0,250	78,522	70,146	106,347	66,889	184,869	70,146
Outubro	300	328	0,262	0,354	0,250	78,522	85,851	106,347	81,865	184,869	85,851
Novembro	300	335	0,262	0,354	0,250	78,522	87,683	106,347	83,612	184,869	87,683
Dezembro	300	348	0,262	0,354	0,250	78,522	91,086	106,347	86,856	184,869	91,086

(e)

2028											
Mês	Consumo	Geração	TE	TUSD cheia	TUSD compensada	Valor TE consumo	Valor TE geração	Valor TUSD consumo	Valor TUSD compensada	Total consumo	Total geração
Janeiro	300	368	0,262	0,354	0,229	78,522	96,320	106,347	84,127	184,869	96,320
Fevereiro	300	304	0,262	0,354	0,229	78,522	79,569	106,347	69,497	184,869	79,569
Março	300	319	0,262	0,354	0,229	78,522	83,495	106,347	72,926	184,869	83,495
Abril	300	257	0,262	0,354	0,229	78,522	67,267	106,347	58,752	184,869	67,267
Mai	300	234	0,262	0,354	0,229	78,522	61,247	106,347	53,494	184,869	61,247
Junho	300	193	0,262	0,354	0,229	78,522	50,516	106,347	44,121	184,869	50,516
Junho	300	215	0,262	0,354	0,229	78,522	56,274	106,347	49,151	184,869	56,274
Agosto	300	255	0,262	0,354	0,229	78,522	66,744	106,347	58,295	184,869	66,744
Setembro	300	268	0,262	0,354	0,229	78,522	70,146	106,347	61,267	184,869	70,146
Outubro	300	328	0,262	0,354	0,229	78,522	85,851	106,347	74,983	184,869	85,851
Novembro	300	335	0,262	0,354	0,229	78,522	87,683	106,347	76,583	184,869	87,683
Dezembro	300	348	0,262	0,354	0,229	78,522	91,086	106,347	79,555	184,869	91,086

(f)

Fonte: autora, 2023.

Acima tem-se a GD, sem armazenamento, em que esta é viável para o cenário considerado, mas cabe observar que o valor referente à TUSD compensada varia de acordo com o passar dos anos de 2023 a 2028.

4.6 Análise do cenário Mercado Livre

No mercado livre tem-se seus resultados apresentados no Anexo F, em que estes se mostraram viáveis para uma possibilidade de ampliação da abertura de mercado para o Grupo B com o consumo apresentado. Portanto, neste cenário tem-se um valor de TUSD igual ao do mercado cativo, mas valor da TE homologada é substituída pelo valor da energia adquirida, denominada neste trabalho de TE_{ACL} a qual apresenta custos menores.

Figura 44: Cenário mercado livre.

Consumo (kWh)	300
Preço Tarifa TUSD com PIS/COFINS para ACL (R\$/kWh)	R\$ 0,03
Preço Tarifa TE com PIS/COFINS para ACL (R\$/kWh)	R\$ 0,01
Preço Tarifa TE com ICMS para ACL (R\$/kWh)	R\$ 0,04
Tarifa TUSD Final para ACL (R\$)	R\$ 0,38
Tarifa TE Final para ACL (R\$)	R\$ 0,24
Bandeira	R\$ 0,00
PIS/COFINS	R\$ 11,62
ICMS	R\$ 4,00
Custo Tarifa ACL (TE + TUSD)	R\$ 161,31

Fonte: autora, 2023.

Com isso, obtém-se o valor da fatura mensal para um cenário em que se tem a abertura do mercado livre de energia para um consumidor do grupo B no ambiente de contratação livre, como apresentado na figura 45.

Figura 45: Fatura mensal para o cenário mercado livre.

Mês	Preço Final Consumo para ACL (R\$)
Janeiro	R\$ 184,93
Fevereiro	R\$ 193,90
Março	R\$ 203,92
Abril	R\$ 214,03
Maio	R\$ 184,24
Junho	R\$ 204,02
Junho	R\$ 213,85
Agosto	R\$ 200,38
Setembro	R\$ 188,05
Outubro	R\$ 189,95
Nevenbro	R\$ 183,98
Dezembro	R\$ 187,24

Fonte: autora, 2023.

Com isso, percebe-se a viabilidade do cenário mercado livre para um usuário do grupo B, em que se tem um valor mais baixo se comparado aos cenários anteriores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos cenários investigados, o que apresentou melhor custo e benefício foi o que se tem a possibilidade de abertura do mercado livre para um consumidor do grupo B. Outro cenário que apresentou um custo-benefício bom foi o que o usuário está na tarifa branca, pois seu consumo na maior parte ocorre no posto tarifário fora ponta, já que este não necessita-se um investimento inicial, apenas uma mudança da tarifa convencional para a tarifa branca.

Outro cenário que se mostra promissor, mas com uma mudança, seria o cenário tarifa branca irrigante com armazenamento, em que aplicando-o sem armazenamento, teria-se uma pequena economia mensal de aproximadamente 14%.

Não simulou-se o cenário GD com armazenamento, pois implicaria-se em investimentos elevados, então, sugere-se seu desenvolvimento para trabalhos futuros, em que faça-se a comparação com a GD sem armazenamento. Assim como, o de abertura de mercado para uma unidade consumidora que tenha um consumo maior.

Sugere-se ainda o de tarifa branca com descontos tarifários irrigantes com e sem armazenamento para um usuário que tenha maior consumo de energia. Assim como, um que se tenha tarifa branca com GD e com/sem armazenamento.

A ferramenta foi desenvolvida no Google Sheets, em que se tem importantes recursos que esta oferece, dentre eles a possibilidade de seu desenvolvimento em uma plataforma gratuita que possibilita o compartilhamento com outros usuários. A possibilidade de desenvolver vários cenários em “abas”, assim como, no excel. E outra função interessante é o salvamento automático da planilha evitando-se a perda de trabalho por eventuais problemas.

Este trabalho tinha como objetivo geral o desenvolvimento de arranjos de soluções energéticas para pequenas propriedades rurais, o que foi atendido. E se desenvolveu os cenários de faturamentos propostos, assim como a possibilidade de abertura do mercado livre para consumidores do grupo B. Atendeu-se também aos critérios escolhidos para a escolha da tarifa de energia elétrica, em que se priorizou pelo melhor custo-benefício. Atingiu-se também o objetivo específico de se aplicar o uso de recursos energéticos distribuídos.

Foi desenvolvido o trabalho para o 14° SIEPE intitulado “Desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso referente a Soluções Energéticas para o Agronegócio: Pequenas Propriedades”, na qual trata sobre o desenvolvimento deste TCC, quais cenários seriam desenvolvidos e sua relevância.

Este trabalho tem grande relevância para a área de Engenharia de Energia, em que procura-se aplicar soluções energéticas que minimizem os custos e maximizem os benefícios ao consumidor. Assim como, ressaltar que a retirada recente dos descontos dos consumidores rurais merece atenção por meio das políticas energéticas.

REFERÊNCIAS

Adequação Tarifária: A mudança que pode gerar economia na sua empresa. Watt Consultoria. Disponível: <https://wattconsultoria.com.br/adequacao-tarifaria-a-mudanca-que-pode-gerar-economia-na-sua-empresa/>. Acesso em: 25 de set. de 2021.

Agência Nacional de Energia Elétrica. O que é Tarifa Branca?. Youtube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=bktJvstA3ck>. Acesso em: 18 de mar. de 2022.

Agência Nacional de Energia Elétrica. Calendário e Resultado dos Processos Tarifários de Distribuição. Disponível em: <https://antigo.aneel.gov.br/resultado-dos-processos-tarifarios-de-distribuicao>. Acesso em: 30 de jan. de 2023.

Annual Energy Outlook 2021 (AEO2021). Energy Information Administration (EIA). Disponível em: https://www.eia.gov/pressroom/presentations/AEO2021_Release_Presentation.pdf. Acesso em: 27 de ago. de 2021.

Annual Energy Outlook 2021 (AEO2021). Energy Information Administration (EIA). Disponível em: https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/AEO_Narrative_2021.pdf. Acesso em: 27 de ago. de 2021.

ARE, Hectare e mais: Conheça as unidades de medidas agrárias. myFarm. 24 de set. de 2020. Disponível em: <https://www.myfarm.com.br/medidas-agrarias-hectare/>. Acesso em: 26 de ago. de 2021.

CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas. Blog Razão Organização Contábil. Disponível em: <https://blog.razaocontab.com/cnae-classificacao-nacional-de-atividades-economicas/>. Acesso em: 18 de mar. de 2022.

Conservação de Energia: Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações. Itajubá: 2006.

DE MORAIS LIMA, Marlon et al. Avaliação do potencial econômico e energético de geração de energia fotovoltaica residencial em Belém–PA. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 1838-1850, 2020.

E4 Energias Renováveis. **[LEI 14.300] Tudo o que você precisa saber sobre a TAXAÇÃO DO SOL**. YouTube, 10 de jan. 2023. Acesso em: 01 de fev. de 2023.

E4 Energias Renováveis. [LEI 14.300] Como CALCULAR a TAXAÇÃO DO SOL - FIO B. YouTube, 11 de jan. 2023. Acesso em: 01 de fev. de 2023.

E4 Energias Renováveis. A LEI 14.300 vai mudar sua maneira de fazer orçamentos! [AZUME]. YouTube, 06 de jan. 2023. Acesso em: 04 de fev. de 2023.

Geração Distribuída de Energia – GD. Portal Solar. Disponível: <https://www.portalsolar.com.br/geracao-distribuida-de-energia.html>. Acesso em: 25 de set. de 2021.

JUNIOR, Marcus Evandro Teixeira Souza; DE FREITAS, Luiz Carlos Gomes. Microrredes: Estado da arte, desafios e tendências para geração, distribuição e uso sustentável de energia elétrica. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 6, p. 3888-3906, 2020.

Lei N° 8.629, de fevereiro de 1993. Planalto. 25 de fev. de 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8629.htm. Acesso em: 26 de ago. de 2021.

Lei N° 14.300, de janeiro de 2022. Imprensa Nacional. 6 de jan. de 2022. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.300-de-6-de-janeiro-de-2022-372467821>. Acesso em: 1 dez. de 2022.

Medidas Agrárias. InfoEscola: Navegando e Aprendendo. Disponível em: <https://www.infoescola.com/matematica/medidas-agrarias/>. Acesso em: 26 de ago. de 2021.

Modalidades Tarifárias. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). 24 de nov. de 2015. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/alta-tensao-itens/-/asset_publisher/zNaRBjCLDgbE/content/modalidade/654800?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Falta-tensao-itens%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_zNaRBjCLDgbE%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_count%3D1%26_101_INSTANCE_zNaRBjCLDgbE_struts_action%3D%252Fasset_publisher%252Fview. Acesso em: 10 de set. de 2021.

Módulos Fiscais. Embrapa. Disponível: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>. Acesso em: 26 de ago. de 2021.

Omega. Valores TE_{ACL} . Disponível em: <https://mail.google.com/mail/u/4/?ogbl#sent/QgrcJHsTgsNgzPhhBqBbfQBwlvLdwgLwLnI>. Acesso em: 02 de fev. de 2023.

Plano Decenal de Expansão de Energia 2030 / Ministério de Minas e Energia.
Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2021

Resolução Normativa ANEEL nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-normativa-aneel-n-1.000-de-7-de-dezembro-de-2021-368359651>. Acesso em: 1 de mar. de 2022.

Resolução Homologatória nº 3.138, de 16 de novembro de 2022. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <https://ceee.equatorialenergia.com.br/RESOLUOHOMOLOGATRIAN3.138DE16NOVEMBRODE2022.pdf>. Acesso em: 1 de mar. de 2022.

Short-Term Energy Outlook. Energy Information Administration (EIA). Disponível em: https://www.eia.gov/outlooks/steo/pdf/steo_full.pdf. Acesso em: 28 de ago. de 2021.

SILVA, Marcos Noé Pedro da. "Medidas Agrárias ". *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/matematica/medidas-agrarias.htm>. Acesso em 26 de ago. de 2021.

Sustentabilidade em tempos de crise: Redução de custo com energia elétrica. SENAI pelo futuro do trabalho. Disponível: <https://senaies.com.br/news/sustentabilidade-em-tempos-de-crise-reducao-de-custo-com-energia-eletrica/>. Acesso em: 25 de set. de 2021.

APÊNDICES

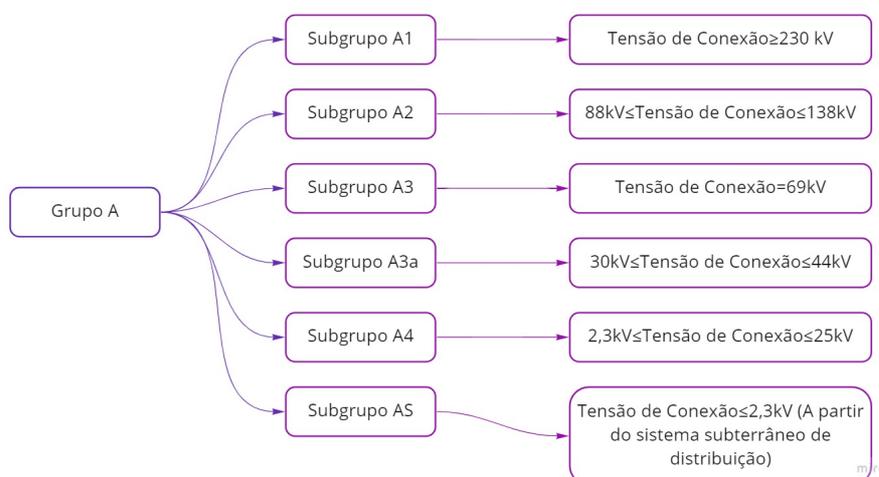
APÊNDICE A: Referencial Teórico referente ao Grupo A

Grupo Tarifário A

São unidades consumidoras de Alta Tensão, formada pelos subgrupos A1, A2 e A3, Média Tensão, composta pelos subgrupos A3a e A4, e os sistemas subterrâneos, o chamado subgrupo AS. Este grupo está enquadrado em duas modalidades tarifárias, são elas: a horária azul ou horária verde que será explicado na parte de modalidade tarifária mais a frente.

O grupo A tem os seus subgrupos divididos conforme o nível de tensão em que os consumidores atendidos por este grupo tem tensão maior ou igual a 2,3 kV ou são atendidos por um sistema subterrâneo com tensão inferior a 2,3 kV, como apresentado na Resolução Normativa 1000 de 2021 que estabelece regras de prestação de serviço de distribuição de energia. Na figura 1 tem-se apresentado de forma sintetizada a classificação do Grupo A.

Figura 1: Classificação do Grupo A.



Fonte: Autora, 2022.

No grupo A tem apenas dois postos tarifários, o ponta e fora ponta, tanto para a modalidade azul ou verde.

Modalidade Tarifária do Grupo A

Têm-se diferentes alternativas de tarifas aplicadas a cada tipo de consumidor e suas necessidades. Nesse conjunto de tarifas, as chamadas modalidades tarifárias, abrangem o consumo de energia elétrica e a demanda de potência ativa, na qual são definidas segundo as opções de contratação na Resolução Normativa nº 1000/2021 (ANEEL, 2021) e o módulo 7 dos Procedimentos de Regulação Tarifária - PRORET. Estas variam de acordo com o grupo tarifário em que a unidade consumidora está classificada.

Para efeito de classificação é importante saber a diferença entre consumo e demanda, na qual o primeiro refere-se a quantidade de energia que é consumida naquele mês, sendo indicada na unidade kWh. Já a demanda é a potência ativa contratada pelo usuário que deve ser disponibilizada pela concessionária, sendo representada pela unidade kW. O grupo A, paga uma tarifa binômica, ou seja, que pagam pela demanda em R\$/kW e pelo consumo em R\$/kWh.

Figura 2: Diferença entre consumo e demanda.

<p>CONSUMO ⚡ ENERGÊS</p> <p>QUANTIDADE DE ENERGIA CONSUMIDA EM UM MÊS EXPRESSO EM KWH = R\$/KWH</p> <p>DEMANDA ⚡ ENERGÊS</p> <p>POTÊNCIA ATIVA A SER OBRIGATÓRIA E CONTINUAMENTE DISPONIBILIZADA PELA DISTRIBUIDORA - CUSTO FIXO MENSAL EXPRESSA EM KW = R\$/KW</p>	<p>GRUPO A ⚡ ENERGÊS</p> <p>UNIDADES CONSUMIDORAS COM MÉDIA E ALTA TENSÃO</p> <p>HORÁRIA AZUL ●</p> <p>CONSUMO PONTA (KWH) CONSUMO FORA PONTA (KWH) DEMANDA PONTA (KW) DEMANDA FORA PONTA (KW)</p> <p>HORÁRIA VERDE ●</p> <p>CONSUMO PONTA (KWH) CONSUMO FORA PONTA (KWH) DEMANDA ÚNICA (KW)</p>
(a)	(b)

Fonte: Entendendo a Fatura, 2022.

As modalidades para este grupo são azul ou verde, na qual tem-se variação de acordo com o consumo de energia no decorrer do dia e segundo sua subclassificação.

- **Horária Azul:** São as tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia (postos tarifários). Sendo esta disponibilizada para todos os subgrupos do grupo A.

$$\text{Parcela Consumo} = (\text{Tarifa consumo}_p \cdot \text{Consumo}_p) + (\text{Tarifa consumo}_{FP} \cdot \text{Consumo}_{FP}) \quad (1)$$

$$\text{Parcela Demanda} = (\text{Tarifa demanda}_p \cdot \text{Demanda Contratada}_p) + (\text{Tarifa demanda}_{FP} \cdot \text{Demanda Contratada}_{FP}) \quad (2)$$

- **Horária Verde:** São as tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia, ou seja, postos tarifários, e de uma única tarifa de demanda de potência. Sendo disponibilizada para os subgrupos A3a, A4 e AS.

$$\text{Parcela Consumo} = (\text{Tarifa consumo}_p \cdot \text{Consumo}_p) + (\text{Tarifa consumo}_{FP} \cdot \text{Consumo}_{FP}) \quad (3)$$

$$\text{Parcela Demanda Contratada} = \text{Tarifa demanda} \cdot \text{Demanda contratada} \quad (4)$$

Na figura 6(b), se tem representado as tarifas para as modalidades tarifárias azul e verde, na qual a tarifa horária azul tem duas tarifas para o consumo ponta e fora ponta, e duas tarifas para a demanda ponta e fora ponta. Já para a modalidade tarifária verde se tem duas tarifas para o consumo ponta e fora, e uma tarifa única para demanda.

A modalidade tarifária horária azul é obrigatória para os subgrupos A1, A2 ou A3, na qual se tem duas tarifas para consumo e duas para a demanda. Em que é opcional a adesão a esta modalidade para os subgrupos A3a, A4 e AS. No contrato deve estar especificada as demandas de ponta e fora ponta.

Anteriormente foi apresentado na equação 1 e 2, como é calculado às parcelas de consumo e demanda. A seguir será apresentado as equações de ultrapassagem, em que se a demanda for maior que 5% do valor da demanda contratada do posto tarifário em questão, então estas parcelas entrarão no valor final

a ser pago no mês. O valor cobrado de ultrapassagem é 3 vezes o valor da tarifa usual do posto tarifário ponta ou fora ponta.

$$Parcela\ Ultrapassagem_p = 2.Tarifa\ Demanda_p \cdot (Demanda\ Medida_p - Demanda\ Contratada_p) \quad (5)$$

$$Parcela\ Ultrapassagem_{FP} = 2.Tarifa\ Demanda_{FP} \cdot (Demanda\ Medida_{FP} - Demanda\ Contratada_{FP}) \quad (6)$$

O valor a ser pago no mês na modalidade tarifária horária azul corresponde a parcela consumo, a demanda e a ultrapassagem, como representado na equação 7.

$$Total\ Azul = Parcela\ Consumo + Parcela\ Demanda + Parcela\ Ultrapassagem_{P+FP} \quad (7)$$

Já a modalidade tarifária horária verde é aplicada para os subgrupos A3a, A4 e AS, na qual se tem duas tarifas para consumo ponta e fora ponta, e uma única tarifa para a demanda. Em que se tem especificada em contrato a demanda única que vale para o posto tarifário ponta e fora ponta.

Nas equações 3 e 4, foram apresentadas as equações para calcular a parcela de consumo e demanda. Na equação 8, será apresentado como se calcula a ultrapassagem, na qual se esta for maior que 5% do valor da demanda contratada, então o valor de ultrapassagem a ser cobrado será 3 vezes o valor da tarifa usualmente cobrada.

$$Parcela\ Ultrapassagem = 2.Tarifa\ Demanda \cdot (Demanda\ Medida - Demanda\ Contratada) \quad (8)$$

O valor total a ser pago na modalidade tarifária horária verde corresponde a parcela de consumo, demanda e ultrapassagem, como apresentado na equação 9.

$$Total\ Verde = Parcela\ Consumo + Parcela\ Demanda + Parcela\ Ultrapassagem \quad (9)$$

Composição da Fatura de Energia

Tem-se os dados elementares da fatura de energia, como apresentado anteriormente no capítulo 2 de Conceitos Gerais e Revisão de Literatura que são comuns tanto para o grupo B como para o grupo A.

Características da fatura do grupo A

Tem-se as faturas de energia elétrica deste grupo levando em consideração seu subgrupo, se este é A1, A2, A3, A4 ou AS, e considerando-se a modalidade tarifária, se esta é Azul ou Verde. Para a primeira modalidade tem-se as tarifas para energia (TE em R\$/kWh) e demanda (TUSD em R\$/kWh) na ponta e fora ponta para ambas, em que para o consumo se tem uma única tarifa TUSD, independente do horário.

Já para a modalidade tarifária verde, tem-se a energia (TE em R\$/kWh) na ponta e fora ponta, e para a demanda (TUSD em R\$/kWh) tem-se uma tarifa única, mas a TUSD sobre o consumo leva em consideração o horário, ou seja, se este é ponta ou fora ponta.

A seguir tem-se descrito como isso aparece na conta de energia elétrica do Grupo A:

- **Energia Ativa:** É a energia consumida em um determinado período de tempo, representada pela unidade kWh, em que se tem a sua divisão em horário ponta e fora ponta, assim como seus valores de TUSD e TE;
- **Energia Reativa:** É a energia que não gera trabalho, representada pela unidade kVARh, esta só será cobrada quando o fator de potência for menor que 0,92, então será cobrado como multa;
- **Energia Reativa Excedente:** É a energia cobrada em forma de multa, como citado anteriormente;
- **Demanda Contratada:** É a demanda que o usuário contrata e a distribuidora é obrigada a disponibilizar continuamente no ponto de entrega, este valor de demanda deve ser próximo ao valor utilizado nos últimos 12 meses, já que se este valor for superior ao utilizado, significa que o consumidor está

desperdiçando dinheiro, e caso este valor esteja abaixo do usado, significa que o consumidor irá pagar multa sobre o valor excedente;

- **Demanda Medida:** É aquela com o maior valor de demanda ativa em uma medição no intervalo de 15 minutos;
- **Demanda Reativa:** A média de potência ativa que se encontra circulando nos campos elétrico e magnéticos do sistema, sendo que esta não é cobrada, pois não produz trabalho;
- **Demanda Reativa Excedente:** É a mesma explicada anteriormente, mas está é feita a cobrança, pois seu fator de potência foi inferior a 0,92, sendo que esta é cobrada de acordo com o posto tarifário;
- **Demanda Isenta de ICMS:** É aquela em que o usuário contratou, mas não utilizou, ou seja, não consumiu;
- **Ultrapassagem de Demanda:** É quando se tem uma demanda medida superior à contratada;
- **Tarifa Demanda:** É o valor que o usuário paga por kW da demanda contratada, sendo que se o consumidor utilizou um valor inferior a contratada, ele vai pagar o valor referente a demanda contratada, mas se ele usou um valor superior, então, ele vai pagar o valor da demanda contratada mais o referente a multa por ultrapassagem.

APÊNDICE B : Cenário Tarifa Branca

Figura 1: Bandeiras Tarifárias para cada mês e cálculos do cenário tarifa branca.

Mês	Bandeiras	Bandeira Tarifária	Consumo Ponta (kWh)	Preço Tarifa TUSD Ponta com PIS/COFINS (R\$/kWh)	Preço Tarifa TE Ponta com PIS/COFINS (R\$/kWh)	Preço Tarifa TE Ponta com ICMS (R\$/kWh)	Tarifa TUSD Final (R\$)	Tarifa TE Final (R\$)	Bandeira	PIS/COFINS	ICMS	Custo ANEEL (TUSD+TE)	Preço Final Ponta (R\$)
Janeiro	Verde	0,00	33	0,0535	0,0281	0,0650	R\$ 0,7967	R\$ 0,5025	R\$ 0,00	R\$ 2,69	R\$ 2,80	R\$ 37,38	R\$ 42,87
Fevereiro	Amarelo	0,03	33	0,0535	0,0281	0,0850	R\$ 0,7967	R\$ 0,5025	R\$ 0,99	R\$ 2,69	R\$ 2,80	R\$ 37,38	R\$ 43,86
Março	Vermelha Patamar I	0,07	33	0,0519	0,0272	0,0840	R\$ 0,7950	R\$ 0,5007	R\$ 2,15	R\$ 2,61	R\$ 2,77	R\$ 37,38	R\$ 44,90
Abril	Vermelha Patamar II	0,10	33	0,0526	0,0276	0,0844	R\$ 0,7957	R\$ 0,5015	R\$ 3,23	R\$ 2,65	R\$ 2,79	R\$ 37,38	R\$ 46,04
Mai	Verde	0,00	33	0,0512	0,0269	0,0836	R\$ 0,7944	R\$ 0,5000	R\$ 0,00	R\$ 2,58	R\$ 2,76	R\$ 37,38	R\$ 42,71
Junho	Vermelha Patamar I	0,07	33	0,0522	0,0273	0,0842	R\$ 0,7953	R\$ 0,5010	R\$ 2,15	R\$ 2,62	R\$ 2,78	R\$ 37,38	R\$ 44,92
Junho	Vermelha Patamar II	0,10	33	0,0520	0,0273	0,0841	R\$ 0,7951	R\$ 0,5008	R\$ 3,23	R\$ 2,62	R\$ 2,77	R\$ 37,38	R\$ 46,00
Agosto	Vermelha Patamar I	0,07	33	0,0401	0,0210	0,0770	R\$ 0,7832	R\$ 0,4875	R\$ 2,15	R\$ 2,02	R\$ 2,54	R\$ 37,38	R\$ 44,08
Setembro	Amarelo	0,03	33	0,0341	0,0179	0,0734	R\$ 0,7773	R\$ 0,4808	R\$ 0,99	R\$ 1,72	R\$ 2,42	R\$ 37,38	R\$ 42,50
Outubro	Amarelo	0,03	33	0,0404	0,0212	0,0772	R\$ 0,7836	R\$ 0,4879	R\$ 0,99	R\$ 2,03	R\$ 2,55	R\$ 37,38	R\$ 42,94
Novembro	Verde	0,00	33	0,0504	0,0264	0,0831	R\$ 0,7935	R\$ 0,4990	R\$ 0,00	R\$ 2,53	R\$ 2,74	R\$ 37,38	R\$ 42,66
Dezembro	Verde	0,00	33	0,0612	0,0321	0,0896	R\$ 0,8043	R\$ 0,5111	R\$ 0,00	R\$ 3,08	R\$ 2,96	R\$ 37,38	R\$ 43,41

(a)

Consumo Intermediário (kWh)	Preço Tarifa TUSD Intermediário com PIS/COFINS (R\$/kWh)	Preço Tarifa TE Intermediário com PIS/COFINS (R\$/kWh)	Preço Tarifa TE Intermediário com ICMS (R\$/kWh)	Tarifa TUSD Final (R\$)	Tarifa TE Final (R\$)	Bandeira	PIS/COFINS	ICMS	Custo ANEEL (TUSD+TE)	Preço Final Intermediário (R\$)
26	0,0367	0,0180	0,0546	R\$ 0,5467	R\$ 0,3227	R\$ 0,00	R\$ 1,45	R\$ 1,44	R\$ 20,07	R\$ 22,95
26	0,0367	0,0180	0,0546	R\$ 0,5467	R\$ 0,3227	R\$ 0,79	R\$ 1,45	R\$ 1,44	R\$ 20,07	R\$ 23,74
26	0,0356	0,0175	0,0539	R\$ 0,5455	R\$ 0,3215	R\$ 1,72	R\$ 1,40	R\$ 1,42	R\$ 20,07	R\$ 24,61
26	0,0361	0,0177	0,0542	R\$ 0,5460	R\$ 0,3220	R\$ 2,59	R\$ 1,42	R\$ 1,43	R\$ 20,07	R\$ 25,50
26	0,0352	0,0172	0,0537	R\$ 0,5451	R\$ 0,3211	R\$ 0,00	R\$ 1,38	R\$ 1,42	R\$ 20,07	R\$ 22,87
26	0,0358	0,0176	0,0541	R\$ 0,5458	R\$ 0,3217	R\$ 1,72	R\$ 1,41	R\$ 1,43	R\$ 20,07	R\$ 24,62
26	0,0357	0,0175	0,0540	R\$ 0,5456	R\$ 0,3216	R\$ 2,59	R\$ 1,40	R\$ 1,43	R\$ 20,07	R\$ 25,48
26	0,0275	0,0135	0,0494	R\$ 0,5375	R\$ 0,3131	R\$ 1,72	R\$ 1,08	R\$ 1,31	R\$ 20,07	R\$ 24,17
26	0,0234	0,0115	0,0472	R\$ 0,5334	R\$ 0,3088	R\$ 0,79	R\$ 0,92	R\$ 1,24	R\$ 20,07	R\$ 23,02
26	0,0277	0,0136	0,0496	R\$ 0,5377	R\$ 0,3133	R\$ 0,79	R\$ 1,09	R\$ 1,31	R\$ 20,07	R\$ 23,26
26	0,0346	0,0170	0,0534	R\$ 0,5445	R\$ 0,3205	R\$ 0,00	R\$ 1,36	R\$ 1,41	R\$ 20,07	R\$ 22,84
26	0,0420	0,0206	0,0575	R\$ 0,5519	R\$ 0,3282	R\$ 0,00	R\$ 1,65	R\$ 1,52	R\$ 20,07	R\$ 23,24

(b)

Consumo Fora Ponta (kWh)	Preço Tarifa TUSD Fora Ponta com PIS/COFINS (R\$/kWh)	Preço Tarifa TE Fora Ponta com PIS/COFINS (R\$/kWh)	Preço Tarifa TE Fora Ponta com ICMS (R\$/kWh)	Tarifa TUSD Final (R\$)	Tarifa TE Final (R\$)	Bandeira	PIS/COFINS	ICMS	Custo ANEEL (TUSD+TE)	Preço Final Fora Ponta (R\$)	Mês	Valor da Fatura (R\$)
241	0,0199	0,0180	0,0546	R\$ 0,2967	R\$ 0,3227	R\$ 0,00	R\$ 9,13	R\$ 5,46	R\$ 126,77	R\$ 149,03	Janeiro	R\$ 214,86
241	0,0199	0,0180	0,0546	R\$ 0,2967	R\$ 0,3227	R\$ 7,19	R\$ 9,13	R\$ 5,46	R\$ 126,77	R\$ 156,22	Fevereiro	R\$ 223,83
241	0,0193	0,0175	0,0539	R\$ 0,2961	R\$ 0,3215	R\$ 15,64	R\$ 8,85	R\$ 5,39	R\$ 126,77	R\$ 164,23	Março	R\$ 233,74
241	0,0196	0,0177	0,0542	R\$ 0,2963	R\$ 0,3220	R\$ 23,57	R\$ 8,97	R\$ 5,42	R\$ 126,77	R\$ 172,35	Abril	R\$ 243,90
241	0,0191	0,0172	0,0537	R\$ 0,2958	R\$ 0,3211	R\$ 0,00	R\$ 8,74	R\$ 5,37	R\$ 126,77	R\$ 148,43	Maió	R\$ 214,01
241	0,0194	0,0176	0,0541	R\$ 0,2962	R\$ 0,3217	R\$ 15,64	R\$ 8,90	R\$ 5,41	R\$ 126,77	R\$ 164,31	Junho	R\$ 233,86
241	0,0194	0,0175	0,0540	R\$ 0,2961	R\$ 0,3216	R\$ 23,57	R\$ 8,87	R\$ 5,40	R\$ 126,77	R\$ 172,20	Junho	R\$ 243,68
241	0,0149	0,0135	0,0494	R\$ 0,2917	R\$ 0,3131	R\$ 15,64	R\$ 6,84	R\$ 4,94	R\$ 126,77	R\$ 161,14	Agosto	R\$ 229,39
241	0,0127	0,0115	0,0472	R\$ 0,2895	R\$ 0,3088	R\$ 7,19	R\$ 5,82	R\$ 4,72	R\$ 126,77	R\$ 151,13	Setembro	R\$ 216,65
241	0,0151	0,0136	0,0496	R\$ 0,2918	R\$ 0,3133	R\$ 7,19	R\$ 6,90	R\$ 4,96	R\$ 126,77	R\$ 152,78	Outubro	R\$ 218,98
241	0,0188	0,0170	0,0534	R\$ 0,2955	R\$ 0,3205	R\$ 0,00	R\$ 8,60	R\$ 5,34	R\$ 126,77	R\$ 148,21	Novembro	R\$ 213,70
241	0,0228	0,0206	0,0575	R\$ 0,2996	R\$ 0,3282	R\$ 0,00	R\$ 10,44	R\$ 5,75	R\$ 126,77	R\$ 151,05	Dezembro	R\$ 217,69

(c)

Fonte: autora, 2023.

APÊNDICE C : Cenário Convencional

Figura 1: Bandeiras Tarifárias para cada mês e cálculos da tarifa convencional.

Mês	Bandeiras	Bandeira Tarifária	Consumo (KWh)	Preço Tarifa TUSD com PIS/COFINS (R\$/KWh)	Preço Tarifa TE com PIS/COFINS (R\$/KWh)	Preço Tarifa TE com ICMS (R\$/KWh)	Tarifa TUSD Final (R\$)	Tarifa TE Final (R\$)	Bandeira	PIS/COFINS	ICMS	Custo Tarifa ANEEL (TE + TUSD)	Valor da Fatura
Janeiro	Verde	0,00	300	0,0265	0,0189	0,0571	R\$ 0,3800	R\$ 0,3377	R\$ 0,00	R\$ 13,32	R\$ 5,71	R\$ 184,87	R\$ 216,32
Fevereiro	Amarelo	0,03	300	0,0255	0,0189	0,0571	R\$ 0,3800	R\$ 0,3377	R\$ 8,97	R\$ 13,32	R\$ 5,71	R\$ 184,87	R\$ 224,29
Março	Vermelha Patamar I	0,07	300	0,0247	0,0183	0,0564	R\$ 0,3792	R\$ 0,3365	R\$ 19,50	R\$ 12,90	R\$ 5,64	R\$ 184,87	R\$ 234,20
Abril	Vermelha Patamar II	0,10	300	0,0251	0,0185	0,0567	R\$ 0,3796	R\$ 0,3370	R\$ 29,39	R\$ 13,08	R\$ 5,67	R\$ 184,87	R\$ 244,36
Mai	Verde	0,00	300	0,0244	0,0180	0,0562	R\$ 0,3789	R\$ 0,3360	R\$ 0,00	R\$ 12,75	R\$ 5,62	R\$ 184,87	R\$ 214,47
Junho	Vermelha Patamar I	0,07	300	0,0249	0,0184	0,0566	R\$ 0,3794	R\$ 0,3367	R\$ 19,50	R\$ 12,98	R\$ 5,66	R\$ 184,87	R\$ 234,32
Julho	Vermelha Patamar II	0,10	300	0,0248	0,0183	0,0565	R\$ 0,3793	R\$ 0,3366	R\$ 29,39	R\$ 12,94	R\$ 5,65	R\$ 184,87	R\$ 244,14
Agosto	Vermelha Patamar I	0,07	300	0,0191	0,0141	0,0517	R\$ 0,3736	R\$ 0,3276	R\$ 19,50	R\$ 9,98	R\$ 5,17	R\$ 184,87	R\$ 229,87
Setembro	Amarelo	0,03	300	0,0163	0,0120	0,0493	R\$ 0,3708	R\$ 0,3231	R\$ 8,97	R\$ 8,49	R\$ 4,93	R\$ 184,87	R\$ 217,13
Outubro	Amarelo	0,03	300	0,0193	0,0142	0,0519	R\$ 0,3738	R\$ 0,3279	R\$ 8,97	R\$ 10,06	R\$ 5,19	R\$ 184,87	R\$ 219,46
Novembro	Verde	0,00	300	0,0240	0,0177	0,0559	R\$ 0,3785	R\$ 0,3353	R\$ 0,00	R\$ 12,54	R\$ 5,59	R\$ 184,87	R\$ 214,16
Dezembro	Verde	0,00	300	0,0292	0,0216	0,0602	R\$ 0,3837	R\$ 0,3435	R\$ 0,00	R\$ 15,23	R\$ 5,71	R\$ 184,87	R\$ 218,15

Fonte: autora, 2023.

APÊNDICE D : Cenário tarifa irrigante branca com armazenamento

Figura 1: Bandeiras Tarifárias para cada mês e cálculos da tarifa irrigante branca

Mês	Bandeiras Tarifárias	Bandeira Tarifária	Consumo Ponta (kWh)	Preço Tarifa TUSD Ponta com PIS/COFINS (R\$/kWh)	Preço Tarifa TE Ponta com PIS/COFINS (R\$/kWh)	Preço Tarifa TE Ponta com ICMS (R\$/kWh)	Tarifa TUSD Final (R\$)	Tarifa TE Final (R\$)	Bandeira	PIS/COFINS	ICMS	Custo ANEEL (TUSD+TE)	Preço Final Ponta (R\$)
Janeiro	Verde *	0,00	33	0,0535	0,0281	0,0850	R\$ 0,7967	R\$ 0,5025	R\$ 0,00	R\$ 2,69	R\$ 2,80	R\$ 37,38	R\$ 42,87
Fevereiro	Amarelo *	0,03	33	0,0535	0,0281	0,0850	R\$ 0,7967	R\$ 0,5025	R\$ 0,99	R\$ 2,69	R\$ 2,80	R\$ 37,38	R\$ 43,86
Março	Vermelha *	0,07	33	0,0519	0,0272	0,0840	R\$ 0,7950	R\$ 0,5007	R\$ 2,15	R\$ 2,61	R\$ 2,77	R\$ 37,38	R\$ 44,90
Abril	Vermelha *	0,10	33	0,0526	0,0276	0,0844	R\$ 0,7957	R\$ 0,5015	R\$ 3,23	R\$ 2,65	R\$ 2,79	R\$ 37,38	R\$ 46,04
Maio	Verde *	0,00	33	0,0512	0,0289	0,0836	R\$ 0,7944	R\$ 0,5000	R\$ 0,00	R\$ 2,58	R\$ 2,76	R\$ 37,38	R\$ 42,71
Junho	Vermelha *	0,07	33	0,0522	0,0273	0,0842	R\$ 0,7953	R\$ 0,5010	R\$ 2,15	R\$ 2,62	R\$ 2,78	R\$ 37,38	R\$ 44,92
Julho	Vermelha *	0,10	33	0,0520	0,0273	0,0841	R\$ 0,7951	R\$ 0,5008	R\$ 3,23	R\$ 2,62	R\$ 2,77	R\$ 37,38	R\$ 46,00
Agosto	Vermelha *	0,07	33	0,0401	0,0210	0,0770	R\$ 0,7832	R\$ 0,4875	R\$ 2,15	R\$ 2,02	R\$ 2,54	R\$ 37,38	R\$ 44,08
Setembro	Amarelo *	0,03	33	0,0341	0,0179	0,0734	R\$ 0,7773	R\$ 0,4808	R\$ 0,99	R\$ 1,72	R\$ 2,42	R\$ 37,38	R\$ 42,50
Outubro	Amarelo *	0,03	33	0,0404	0,0212	0,0772	R\$ 0,7836	R\$ 0,4879	R\$ 0,99	R\$ 2,03	R\$ 2,55	R\$ 37,38	R\$ 42,94
Novembro	Verde *	0,00	33	0,0504	0,0284	0,0831	R\$ 0,7935	R\$ 0,4990	R\$ 0,00	R\$ 2,53	R\$ 2,74	R\$ 37,38	R\$ 42,65
Dezembro	Verde *	0,00	33	0,0612	0,0321	0,0896	R\$ 0,8043	R\$ 0,5111	R\$ 0,00	R\$ 3,08	R\$ 2,96	R\$ 37,38	R\$ 43,41

(a)

Consumo Intermediário (kWh)	Preço Tarifa TUSD Intermediário com PIS/COFINS (R\$/kWh)	Preço Tarifa TE Intermediário com PIS/COFINS (R\$/kWh)	Preço Tarifa TE Intermediário com ICMS (R\$/kWh)	Tarifa TUSD Final (R\$)	Tarifa TE Final (R\$)	Bandeira	PIS/COFINS	ICMS	Custo ANEEL (TUSD+TE)	Preço Final Intermediário (R\$)
21	0,0367	0,0180	0,0546	R\$ 0,5467	R\$ 0,3227	R\$ 0,00	R\$ 1,14	R\$ 1,14	R\$ 15,89	R\$ 18,17
21	0,0367	0,0180	0,0546	R\$ 0,5467	R\$ 0,3227	R\$ 0,62	R\$ 1,14	R\$ 1,14	R\$ 15,89	R\$ 18,80
21	0,0356	0,0175	0,0539	R\$ 0,5456	R\$ 0,3216	R\$ 1,36	R\$ 1,11	R\$ 1,13	R\$ 15,89	R\$ 19,48
21	0,0361	0,0177	0,0542	R\$ 0,5460	R\$ 0,3220	R\$ 2,05	R\$ 1,12	R\$ 1,13	R\$ 15,89	R\$ 20,19
21	0,0352	0,0172	0,0537	R\$ 0,5451	R\$ 0,3211	R\$ 0,00	R\$ 1,10	R\$ 1,12	R\$ 15,89	R\$ 18,10
21	0,0358	0,0176	0,0541	R\$ 0,5458	R\$ 0,3217	R\$ 1,36	R\$ 1,12	R\$ 1,13	R\$ 15,89	R\$ 19,49
21	0,0367	0,0175	0,0540	R\$ 0,5456	R\$ 0,3216	R\$ 2,05	R\$ 1,11	R\$ 1,13	R\$ 15,89	R\$ 20,17
21	0,0275	0,0135	0,0494	R\$ 0,5375	R\$ 0,3131	R\$ 1,36	R\$ 0,86	R\$ 1,03	R\$ 15,89	R\$ 19,13
21	0,0234	0,0115	0,0472	R\$ 0,5334	R\$ 0,3088	R\$ 0,62	R\$ 0,73	R\$ 0,99	R\$ 15,89	R\$ 18,23
21	0,0277	0,0136	0,0496	R\$ 0,5377	R\$ 0,3133	R\$ 0,62	R\$ 0,86	R\$ 1,04	R\$ 15,89	R\$ 18,41
21	0,0346	0,0170	0,0534	R\$ 0,5445	R\$ 0,3205	R\$ 0,00	R\$ 1,08	R\$ 1,12	R\$ 15,89	R\$ 18,08
21	0,0420	0,0206	0,0575	R\$ 0,5519	R\$ 0,3282	R\$ 0,00	R\$ 1,31	R\$ 1,20	R\$ 15,89	R\$ 18,40

(b)

Consumo Fora Ponta (kWh)	Preço Tarifa TUSD Fora Ponta com PIS/COFINS (R\$/kWh)	Preço Tarifa TE Fora Ponta com PIS/COFINS (R\$/kWh)	Preço Tarifa TE Fora Ponta com ICMS (R\$/kWh)	Tarifa TUSD Final (R\$)	Tarifa TE Final (R\$)	Bandeira	PIS/COFINS	ICMS	Custo ANEEL (TUSD+TE)	Preço Final Fora Ponta (R\$)
191	0,0199	0,0180	0,0546	R\$ 0,2967	R\$ 0,3227	R\$ 0,00	R\$ 7,23	R\$ 5,46	R\$ 100,42	R\$ 118,06
191	0,0199	0,0180	0,0546	R\$ 0,2967	R\$ 0,3227	R\$ 5,70	R\$ 7,23	R\$ 5,46	R\$ 100,42	R\$ 123,76
191	0,0193	0,0175	0,0539	R\$ 0,2961	R\$ 0,3215	R\$ 12,39	R\$ 7,01	R\$ 5,39	R\$ 100,42	R\$ 130,10
191	0,0196	0,0177	0,0542	R\$ 0,2963	R\$ 0,3220	R\$ 18,67	R\$ 7,11	R\$ 5,42	R\$ 100,42	R\$ 136,54
191	0,0191	0,0172	0,0537	R\$ 0,2958	R\$ 0,3211	R\$ 0,00	R\$ 6,92	R\$ 5,37	R\$ 100,42	R\$ 117,58
191	0,0194	0,0176	0,0541	R\$ 0,2962	R\$ 0,3217	R\$ 12,39	R\$ 7,05	R\$ 5,41	R\$ 100,42	R\$ 130,17
191	0,0194	0,0175	0,0540	R\$ 0,2961	R\$ 0,3216	R\$ 18,67	R\$ 7,03	R\$ 5,40	R\$ 100,42	R\$ 136,41
191	0,0149	0,0135	0,0494	R\$ 0,2917	R\$ 0,3131	R\$ 12,39	R\$ 5,42	R\$ 4,94	R\$ 100,42	R\$ 127,66
191	0,0127	0,0115	0,0472	R\$ 0,2895	R\$ 0,3088	R\$ 5,70	R\$ 4,61	R\$ 4,72	R\$ 100,42	R\$ 119,72
191	0,0151	0,0136	0,0496	R\$ 0,2918	R\$ 0,3133	R\$ 5,70	R\$ 5,46	R\$ 4,96	R\$ 100,42	R\$ 121,03
191	0,0188	0,0170	0,0534	R\$ 0,2955	R\$ 0,3205	R\$ 0,00	R\$ 6,81	R\$ 5,34	R\$ 100,42	R\$ 117,41
191	0,0228	0,0206	0,0575	R\$ 0,2996	R\$ 0,3282	R\$ 0,00	R\$ 8,27	R\$ 5,75	R\$ 100,42	R\$ 119,66

(c)

Consumo Horário Reservado (kWh)	Preço Tarifa TUSD Horário Reservado com PIS/COFINS (R\$/kWh)	Preço Tarifa TE Horário Reservado com PIS/COFINS (R\$/kWh)	Preço Tarifa Horário Reservado com ICMS (R\$/kWh)	Tarifa TUSD Final (R\$)	Tarifa TE Final (R\$)	Bandeira	PIS/COFINS	ICMS	Custo ANEEL (TUSD+TE)	Preço Final Fora Ponta (R\$)	Mês	Valor da Fatura (R\$)
56	0,01196	0,01081	0,03275	R\$ 0,1780	R\$ 0,1936	R\$ 0,00	R\$ 1,26	R\$ 1,82	R\$ 17,55	R\$ 20,63	Janeiro	R\$ 199,73
56	0,01196	0,01081	0,03275	R\$ 0,1780	R\$ 0,1936	R\$ 1,66	R\$ 1,26	R\$ 1,82	R\$ 17,55	R\$ 22,29	Fevereiro	R\$ 206,70
56	0,01159	0,01047	0,03237	R\$ 0,1776	R\$ 0,1929	R\$ 3,61	R\$ 1,22	R\$ 1,80	R\$ 17,55	R\$ 24,17	Março	R\$ 218,66
56	0,01175	0,01062	0,03253	R\$ 0,1778	R\$ 0,1932	R\$ 5,44	R\$ 1,24	R\$ 1,81	R\$ 17,55	R\$ 26,03	Abril	R\$ 228,80
56	0,01145	0,01035	0,03222	R\$ 0,1775	R\$ 0,1926	R\$ 0,00	R\$ 1,21	R\$ 1,79	R\$ 17,55	R\$ 20,54	Maior	R\$ 198,94
56	0,01166	0,01054	0,03244	R\$ 0,1777	R\$ 0,1930	R\$ 3,61	R\$ 1,23	R\$ 1,80	R\$ 17,55	R\$ 24,18	Junho	R\$ 218,76
56	0,01162	0,01050	0,03240	R\$ 0,1777	R\$ 0,1930	R\$ 5,44	R\$ 1,23	R\$ 1,80	R\$ 17,55	R\$ 26,01	Junho	R\$ 228,59
56	0,00896	0,00810	0,02967	R\$ 0,1750	R\$ 0,1878	R\$ 3,61	R\$ 0,95	R\$ 1,65	R\$ 17,55	R\$ 23,75	Agosto	R\$ 214,62
56	0,00762	0,00689	0,02829	R\$ 0,1737	R\$ 0,1853	R\$ 1,66	R\$ 0,81	R\$ 1,57	R\$ 17,55	R\$ 21,58	Setembro	R\$ 202,03
56	0,00903	0,00817	0,02974	R\$ 0,1751	R\$ 0,1880	R\$ 1,66	R\$ 0,95	R\$ 1,65	R\$ 17,55	R\$ 21,81	Outubro	R\$ 204,20
56	0,01126	0,01018	0,03203	R\$ 0,1773	R\$ 0,1923	R\$ 0,00	R\$ 1,19	R\$ 1,78	R\$ 17,55	R\$ 20,51	Novembro	R\$ 198,65
56	0,01368	0,01236	0,03451	R\$ 0,1797	R\$ 0,1969	R\$ 0,00	R\$ 1,44	R\$ 1,92	R\$ 17,55	R\$ 20,91	Dezembro	R\$ 202,37

(d)

Fonte: autora, 2023.

APÊNDICE E : Cenário tarifa irrigante convencional com armazenamento

Figura 1: Bandeiras Tarifárias para cada mês e cálculos da tarifa irrigante convencional.

Mês	Bandeiras	Bandeira Tarifária	Consumo (kWh)	Preço Tarifa TUSD com PIS/COFINS (R\$/kWh)	Preço Tarifa TE com PIS/COFINS (R\$/kWh)	Preço Tarifa TE com ICMS (R\$/kWh)	Tarifa TUSD Final (R\$)	Tarifa TE Final (R\$)	Bandeira	PIS/COFINS	ICMS	Custo Tarifa ANEEL (TE + TUSD)	Preço Convencional (R\$)
Janeiro	Verde	0,00	245	0,0255	0,0189	0,0571	R\$ 0,3800	R\$ 0,3377	R\$ 0,00	R\$ 10,85	R\$ 5,71	R\$ 150,67	R\$ 175,49
Fevereiro	Amarelo	0,03	245	0,0285	0,0189	0,0571	R\$ 0,3800	R\$ 0,3377	R\$ 7,31	R\$ 10,85	R\$ 5,71	R\$ 150,67	R\$ 182,80
Março	Vermelha Palamar I	0,07	245	0,0247	0,0183	0,0564	R\$ 0,3792	R\$ 0,3365	R\$ 15,89	R\$ 10,51	R\$ 5,64	R\$ 150,67	R\$ 190,88
Abril	Vermelha Palamar II	0,10	245	0,0251	0,0185	0,0567	R\$ 0,3796	R\$ 0,3370	R\$ 23,95	R\$ 10,66	R\$ 5,67	R\$ 150,67	R\$ 199,15
Mai	Verde	0,00	245	0,0244	0,0180	0,0562	R\$ 0,3789	R\$ 0,3360	R\$ 0,00	R\$ 10,39	R\$ 5,62	R\$ 150,67	R\$ 174,80
Junho	Vermelha Palamar I	0,07	245	0,0249	0,0184	0,0566	R\$ 0,3794	R\$ 0,3367	R\$ 15,89	R\$ 10,58	R\$ 5,66	R\$ 150,67	R\$ 190,97
Junho	Vermelha Palamar II	0,10	245	0,0248	0,0183	0,0565	R\$ 0,3793	R\$ 0,3366	R\$ 23,95	R\$ 10,54	R\$ 5,65	R\$ 150,67	R\$ 198,98
Agosto	Vermelha Palamar I	0,07	245	0,0191	0,0141	0,0517	R\$ 0,3736	R\$ 0,3276	R\$ 15,89	R\$ 8,13	R\$ 5,17	R\$ 150,67	R\$ 187,34
Agosto	Vermelha Palamar II	0,10	245	0,0191	0,0141	0,0517	R\$ 0,3736	R\$ 0,3276	R\$ 15,89	R\$ 8,13	R\$ 5,17	R\$ 150,67	R\$ 187,34
Setembro	Amarelo	0,03	245	0,0163	0,0120	0,0493	R\$ 0,3708	R\$ 0,3231	R\$ 7,31	R\$ 6,92	R\$ 4,93	R\$ 150,67	R\$ 176,96
Outubro	Amarelo	0,03	245	0,0193	0,0142	0,0519	R\$ 0,3738	R\$ 0,3279	R\$ 7,31	R\$ 8,20	R\$ 5,19	R\$ 150,67	R\$ 178,86
Novembro	Verde	0,00	245	0,0240	0,0177	0,0559	R\$ 0,3785	R\$ 0,3353	R\$ 0,00	R\$ 10,22	R\$ 5,59	R\$ 150,67	R\$ 174,54
Dezembro	Verde	0,00	245	0,0292	0,0216	0,0602	R\$ 0,3837	R\$ 0,3435	R\$ 0,00	R\$ 12,41	R\$ 6,02	R\$ 150,67	R\$ 177,79

(a)

Consumo (kWh)	Preço Tarifa TUSD com PIS/COFINS (R\$/kWh)	Preço Tarifa TE com PIS/COFINS (R\$/kWh)	Preço Tarifa TE com ICMS (R\$/kWh)	Tarifa TUSD Final (R\$)	Tarifa TE Final (R\$)	Bandeira	PIS/COFINS	ICMS	Custo Tarifa ANEEL (TE + TUSD)	Preço Tarifa Irrigante (R\$)	Mês	Preço Final (R\$)
56	0,0153	0,0113	0,0343	R\$ 0,2280	R\$ 0,2026	R\$ 0,00	R\$ 1,48	R\$ 1,90	R\$ 20,52	R\$ 23,90	Janeiro	199,39
56	0,0153	0,0113	0,0343	R\$ 0,2280	R\$ 0,2026	R\$ 1,66	R\$ 1,48	R\$ 1,90	R\$ 20,52	R\$ 25,56	Fevereiro	208,36
56	0,0148	0,0110	0,0339	R\$ 0,2275	R\$ 0,2019	R\$ 3,61	R\$ 1,43	R\$ 1,88	R\$ 20,52	R\$ 27,44	Março	218,32
56	0,0161	0,0111	0,0340	R\$ 0,2277	R\$ 0,2022	R\$ 5,44	R\$ 1,45	R\$ 1,89	R\$ 20,52	R\$ 29,30	Abril	228,45
56	0,0147	0,0108	0,0337	R\$ 0,2274	R\$ 0,2016	R\$ 0,00	R\$ 1,41	R\$ 1,87	R\$ 20,52	R\$ 23,81	Mai	198,60
56	0,0149	0,0110	0,0339	R\$ 0,2276	R\$ 0,2020	R\$ 3,61	R\$ 1,44	R\$ 1,88	R\$ 20,52	R\$ 27,45	Junho	218,42
56	0,0149	0,0110	0,0339	R\$ 0,2276	R\$ 0,2019	R\$ 5,44	R\$ 1,44	R\$ 1,88	R\$ 20,52	R\$ 29,27	Junho	228,25
56	0,0115	0,0085	0,0310	R\$ 0,2242	R\$ 0,1966	R\$ 3,61	R\$ 1,11	R\$ 1,72	R\$ 20,52	R\$ 26,96	Agosto	214,30
56	0,0098	0,0072	0,0296	R\$ 0,2225	R\$ 0,1939	R\$ 1,66	R\$ 0,94	R\$ 1,64	R\$ 20,52	R\$ 24,76	Setembro	201,72
56	0,0116	0,0085	0,0311	R\$ 0,2243	R\$ 0,1967	R\$ 1,66	R\$ 1,12	R\$ 1,73	R\$ 20,52	R\$ 25,02	Outubro	203,88
56	0,0144	0,0106	0,0335	R\$ 0,2271	R\$ 0,2012	R\$ 0,00	R\$ 1,39	R\$ 1,86	R\$ 20,52	R\$ 23,77	Novembro	198,31
56	0,0175	0,0129	0,0361	R\$ 0,2302	R\$ 0,2061	R\$ 0,00	R\$ 1,69	R\$ 2,00	R\$ 20,52	R\$ 24,21	Dezembro	202,01

(b)

Fonte: autora, 2023.

APÊNDICE F: Cenário GD sem armazenamento

Figura 1: Cenário com Geração Distribuída.

TE	0,26					
TUSD cheia	0,35					
TUSD fio B	0,14					
% de fio B por ano	15% em 2023	30% em 2024	45% em 2025	60% em 2026	75% em 2027	90% em 2028
TUSD paga	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,13
Valor TUSD compensada	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23
Valor Tarifa	0,60	0,57	0,55	0,53	0,51	0,49
Custo de Disponibilidade	Tarifa Básica (kWh)	Valor Tarifa (TUSD + TE)	Valor do Custo do Disponibilidade			
Monofásico	30	0,62	18,49			
Bifásico	50	0,62	30,81			
Trifásico	100	0,62	61,62			

(a)

2023											
Mês	Consumo	Geração	TE	TUSD cheia	TUSD compensada	Valor TE consumo	Valor TE geração	Valor TUSD consumo	Valor TUSD compensada	Total consumo	Total geração
Janeiro	300	368	0,262	0,354	0,334	78,522	96,320	106,347	122,731	184,869	96,320
Fevereiro	300	304	0,262	0,354	0,334	78,522	79,569	106,347	101,387	184,869	79,569
Março	300	319	0,262	0,354	0,334	78,522	83,495	106,347	106,390	184,869	83,495
Abril	300	257	0,262	0,354	0,334	78,522	67,267	106,347	85,712	184,869	67,267
Mai	300	234	0,262	0,354	0,334	78,522	61,247	106,347	78,041	184,869	61,247
Junho	300	193	0,262	0,354	0,334	78,522	50,516	106,347	64,367	184,869	50,516
Junho	300	215	0,262	0,354	0,334	78,522	56,274	106,347	71,705	184,869	56,274
Agosto	300	255	0,262	0,354	0,334	78,522	66,744	106,347	85,045	184,869	66,744
Setembro	300	268	0,262	0,354	0,334	78,522	70,146	106,347	89,381	184,869	70,146
Outubro	300	328	0,262	0,354	0,334	78,522	85,851	106,347	109,391	184,869	85,851
Novembro	300	335	0,262	0,354	0,334	78,522	87,683	106,347	111,726	184,869	87,683
Dezembro	300	348	0,262	0,354	0,334	78,522	91,086	106,347	116,061	184,869	91,086

(b)

2024											
Mês	Consumo	Geração	TE	TUSD cheia	TUSD compensada	Valor TE consumo	Valor TE geração	Valor TUSD consumo	Valor TUSD compensada	Total consumo	Total geração
Janeiro	300	368	0,262	0,354	0,313	78,522	96,320	106,347	115,011	184,869	96,320
Fevereiro	300	304	0,262	0,354	0,313	78,522	79,569	106,347	95,009	184,869	79,569
Março	300	319	0,262	0,354	0,313	78,522	83,495	106,347	99,697	184,869	83,495
Abril	300	257	0,262	0,354	0,313	78,522	67,267	106,347	80,320	184,869	67,267
Mai	300	234	0,262	0,354	0,313	78,522	61,247	106,347	73,132	184,869	61,247
Junho	300	193	0,262	0,354	0,313	78,522	50,516	106,347	60,318	184,869	50,516
Junho	300	215	0,262	0,354	0,313	78,522	56,274	106,347	67,194	184,869	56,274
Agosto	300	255	0,262	0,354	0,313	78,522	66,744	106,347	79,695	184,869	66,744
Setembro	300	268	0,262	0,354	0,313	78,522	70,146	106,347	83,758	184,869	70,146
Outubro	300	328	0,262	0,354	0,313	78,522	85,851	106,347	102,510	184,869	85,851
Novembro	300	335	0,262	0,354	0,313	78,522	87,683	106,347	104,697	184,869	87,683
Dezembro	300	348	0,262	0,354	0,313	78,522	91,086	106,347	108,760	184,869	91,086

(c)

2025											
Mês	Consumo	Geração	TE	TUSD cheia	TUSD compensada	Valor TE consumo	Valor TE geração	Valor TUSD consumo	Valor TUSD compensada	Total consumo	Total geração
Janeiro	300	368	0,262	0,354	0,292	78,522	96,320	106,347	107,290	184,869	96,320
Fevereiro	300	304	0,262	0,354	0,292	78,522	79,569	106,347	88,631	184,869	79,569
Março	300	319	0,262	0,354	0,292	78,522	83,495	106,347	93,004	184,869	83,495
Abril	300	257	0,262	0,354	0,292	78,522	67,267	106,347	74,928	184,869	67,267
Mai	300	234	0,262	0,354	0,292	78,522	61,247	106,347	68,222	184,869	61,247
Junho	300	193	0,262	0,354	0,292	78,522	50,516	106,347	56,269	184,869	50,516
Junho	300	215	0,262	0,354	0,292	78,522	56,274	106,347	62,683	184,869	56,274
Agosto	300	255	0,262	0,354	0,292	78,522	66,744	106,347	74,345	184,869	66,744
Setembro	300	268	0,262	0,354	0,292	78,522	70,146	106,347	78,135	184,869	70,146
Outubro	300	328	0,262	0,354	0,292	78,522	85,851	106,347	95,628	184,869	85,851
Novembro	300	335	0,262	0,354	0,292	78,522	87,683	106,347	97,669	184,869	87,683
Dezembro	300	348	0,262	0,354	0,292	78,522	91,086	106,347	101,459	184,869	91,086

(d)

2026											
Mês	Consumo	Geração	TE	TUSD cheia	TUSD compensada	Valor TE consumo	Valor TE geração	Valor TUSD consumo	Valor TUSD compensada	Total consumo	Total geração
Janeiro	300	368	0,262	0,354	0,271	78,522	96,320	106,347	99,569	184,869	96,320
Fevereiro	300	304	0,262	0,354	0,271	78,522	79,569	106,347	82,253	184,869	79,569
Março	300	319	0,262	0,354	0,271	78,522	83,495	106,347	86,311	184,869	83,495
Abril	300	257	0,262	0,354	0,271	78,522	67,267	106,347	69,536	184,869	67,267
Mai	300	234	0,262	0,354	0,271	78,522	61,247	106,347	63,313	184,869	61,247
Junho	300	193	0,262	0,354	0,271	78,522	50,516	106,347	52,220	184,869	50,516
Junho	300	215	0,262	0,354	0,271	78,522	56,274	106,347	58,172	184,869	56,274
Agosto	300	255	0,262	0,354	0,271	78,522	66,744	106,347	68,995	184,869	66,744
Setembro	300	268	0,262	0,354	0,271	78,522	70,146	106,347	72,512	184,869	70,146
Outubro	300	328	0,262	0,354	0,271	78,522	85,851	106,347	88,746	184,869	85,851
Novembro	300	335	0,262	0,354	0,271	78,522	87,683	106,347	90,640	184,869	87,683
Dezembro	300	348	0,262	0,354	0,271	78,522	91,086	106,347	94,158	184,869	91,086

(e)

2027											
Mês	Consumo	Geração	TE	TUSD cheia	TUSD compensada	Valor TE consumo	Valor TE geração	Valor TUSD consumo	Valor TUSD compensada	Total consumo	Total geração
Janeiro	300	368	0,262	0,354	0,250	78,522	96,320	106,347	91,848	184,869	96,320
Fevereiro	300	304	0,262	0,354	0,250	78,522	79,569	106,347	75,875	184,869	79,569
Março	300	319	0,262	0,354	0,250	78,522	83,495	106,347	79,618	184,869	83,495
Abril	300	257	0,262	0,354	0,250	78,522	67,267	106,347	64,144	184,869	67,267
Mai	300	234	0,262	0,354	0,250	78,522	61,247	106,347	58,403	184,869	61,247
Junho	300	193	0,262	0,354	0,250	78,522	50,516	106,347	48,170	184,869	50,516
Junho	300	215	0,262	0,354	0,250	78,522	56,274	106,347	53,661	184,869	56,274
Agosto	300	255	0,262	0,354	0,250	78,522	66,744	106,347	63,645	184,869	66,744
Setembro	300	268	0,262	0,354	0,250	78,522	70,146	106,347	66,889	184,869	70,146
Outubro	300	328	0,262	0,354	0,250	78,522	85,851	106,347	81,865	184,869	85,851
Novembro	300	335	0,262	0,354	0,250	78,522	87,683	106,347	83,612	184,869	87,683
Dezembro	300	348	0,262	0,354	0,250	78,522	91,086	106,347	86,856	184,869	91,086

(f)

2028											
Mês	Consumo	Geração	TE	TUSD cheia	TUSD compensada	Valor TE consumo	Valor TE geração	Valor TUSD consumo	Valor TUSD compensada	Total consumo	Total geração
Janeiro	300	368	0,262	0,354	0,229	78,522	96,320	106,347	84,127	184,869	96,320
Fevereiro	300	304	0,262	0,354	0,229	78,522	79,569	106,347	69,497	184,869	79,569
Março	300	319	0,262	0,354	0,229	78,522	83,495	106,347	72,926	184,869	83,495
Abril	300	257	0,262	0,354	0,229	78,522	67,267	106,347	58,752	184,869	67,267
Maio	300	234	0,262	0,354	0,229	78,522	61,247	106,347	53,494	184,869	61,247
Junho	300	193	0,262	0,354	0,229	78,522	50,516	106,347	44,121	184,869	50,516
Junho	300	215	0,262	0,354	0,229	78,522	56,274	106,347	49,151	184,869	56,274
Agosto	300	255	0,262	0,354	0,229	78,522	66,744	106,347	58,295	184,869	66,744
Setembro	300	268	0,262	0,354	0,229	78,522	70,146	106,347	61,267	184,869	70,146
Outubro	300	328	0,262	0,354	0,229	78,522	85,851	106,347	74,983	184,869	85,851
Nevenbro	300	335	0,262	0,354	0,229	78,522	87,683	106,347	76,583	184,869	87,683
Dezembro	300	348	0,262	0,354	0,229	78,522	91,086	106,347	79,555	184,869	91,086

(g)

Fonte: autora, 2023.

APÊNDICE G: Cenário Mercado Livre

Figura 1: Cenário Mercado Livre

Mês	Bandeiras	Bandeira Tarifária	Consumo (kWh)	Preço Tarifa TUSD com PIS/COFINS para ACL (R\$/kWh)	Preço Tarifa TE com PIS/COFINS para ACL (R\$/kWh)	Preço Tarifa TE com ICMS para ACL (R\$/kWh)	Tarifa TUSD Final para ACL (R\$)	Tarifa TE Final para ACL (R\$)	Consumo						
									Bandeira	PIS/COFINS	ICMS	Custo Tarifa ACL (TE + TUSD)	Preço Final Consumo para ACL (R\$)		
Janeiro	Verde	0,00	300	0,0255	0,0132	0,0400	R\$ 0,3800	R\$ 0,2364	R\$ 0,00	R\$ 11,62	R\$ 4,00	R\$ 161,31	R\$ 184,93		
Fevereiro	Amarelo	0,03	300	0,0255	0,0132	0,0400	R\$ 0,3800	R\$ 0,2364	R\$ 8,97	R\$ 11,62	R\$ 4,00	R\$ 161,31	R\$ 193,90		
Março	Vermelha Patamar I	0,07	300	0,0247	0,0128	0,0395	R\$ 0,3792	R\$ 0,2355	R\$ 19,50	R\$ 11,26	R\$ 3,95	R\$ 161,31	R\$ 203,92		
Abril	Vermelha Patamar II	0,10	300	0,0251	0,0130	0,0397	R\$ 0,3796	R\$ 0,2359	R\$ 29,39	R\$ 11,42	R\$ 3,97	R\$ 161,31	R\$ 214,03		
Maior	Verde	0,00	300	0,0244	0,0126	0,0393	R\$ 0,3789	R\$ 0,2352	R\$ 0,00	R\$ 11,12	R\$ 3,93	R\$ 161,31	R\$ 184,24		
Junho	Vermelha Patamar I	0,07	300	0,0249	0,0129	0,0396	R\$ 0,3794	R\$ 0,2357	R\$ 19,50	R\$ 11,33	R\$ 3,96	R\$ 161,31	R\$ 204,02		
Julho	Vermelha Patamar II	0,10	300	0,0248	0,0128	0,0396	R\$ 0,3793	R\$ 0,2356	R\$ 29,39	R\$ 11,29	R\$ 3,96	R\$ 161,31	R\$ 213,85		
Agosto	Vermelha Patamar I	0,07	300	0,0191	0,0099	0,0362	R\$ 0,3736	R\$ 0,2293	R\$ 19,50	R\$ 8,70	R\$ 3,62	R\$ 161,31	R\$ 200,38		
Setembro	Amarelo	0,03	300	0,0163	0,0084	0,0345	R\$ 0,3708	R\$ 0,2262	R\$ 8,97	R\$ 7,41	R\$ 3,45	R\$ 161,31	R\$ 188,05		
Outubro	Verde	0,00	300	0,0193	0,0100	0,0363	R\$ 0,3738	R\$ 0,2295	R\$ 8,97	R\$ 8,78	R\$ 3,63	R\$ 161,31	R\$ 189,95		
Novembro	Verde	0,00	300	0,0240	0,0124	0,0391	R\$ 0,3785	R\$ 0,2347	R\$ 0,00	R\$ 10,94	R\$ 3,91	R\$ 161,31	R\$ 183,98		
Dezembro	Verde	0,00	300	0,0292	0,0151	0,0421	R\$ 0,3837	R\$ 0,2404	R\$ 0,00	R\$ 13,29	R\$ 4,21	R\$ 161,31	R\$ 187,24		

Fonte: autora, 2023.