



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**EZEQUIEL ALMEIDA DIAS
ISADORA LIMA DE OLIVEIRA MOURA**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE ATUALIZAÇÃO
TARIFÁRIA PARA A REITORIA DO INSTITUTO FEDERAL DO TOCANTINS**

**PALMAS - TO
2022**

EZEQUIEL ALMEIDA DIAS
ISADORA LIMA DE OLIVEIRA MOURA

**ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE ATUALIZAÇÃO
TARIFÁRIA PARA A REITORIA DO INSTITUTO FEDERAL DO TOCANTINS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro(a) Eletricista do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus* Palmas.

Orientador: Dr. Fábio Lima de Albuquerque.

Coorientador: Me. Felipe Tozzi Bittencourt.

PALMAS - TO
2022

EZEQUIEL ALMEIDA DIAS
ISADORA LIMA DE OLIVEIRA MOURA

**ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE ATUALIZAÇÃO
TARIFÁRIA PARA A REITORIA DO INSTITUTO FEDERAL DO TOCANTINS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
requisito parcial para obtenção do Título de
Engenheiro(a) Eletricista do Curso de Bacharelado
em Engenharia Elétrica do Instituto Federal do
Tocantins, *Campus* Palmas.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Lima de Albuquerque.

Coorientador: Prof. Me. Felipe Tozzi Bittencourt.

Aprovado em: 13 / 12 / 2022

BANCA EXAMINADORA



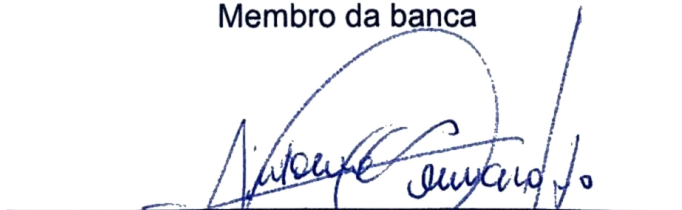
Prof. Dr. Fábio Lima de Albuquerque

Orientador



Prof. Me. Caio César Costa Martins

Membro da banca



Eng. Me. Antônio Carlos Pereira Camarotto

Membro da banca

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

M929a Moura, Isadora Lima de Oliveira
ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE
ATUALIZAÇÃO TARIFÁRIA PARA A REITORIA DO INSTITUTO
FEDERAL DO TOCANTINS / Isadora Lima de Oliveira Moura,
Ezequiel Almeida Dias. – Palmas, TO, 2022.
73 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Elétrica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO, 2022.

Orientador: Dr. Fábio Lima de Albuquerque
Coorientador: Me. Felipe Tozzi Bittencourt

1. Modalidade Tarifária. 2. Geração Distribuída. 3. Viabilidade
Técnica e Econômica. I. Dias, Ezequiel Almeida. II. Albuquerque,
Fábio Lima de III. Bittencourt, Felipe Tozzi. IV. Título.

CDD 621

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).**

Dedicamos este trabalho aos nossos familiares, amigos e professores. Sem eles nada seria possível.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradecemos a Deus pelas nossas vidas e por nos ajudar a vencer todas as barreiras encontradas ao longo desta jornada.

Aos nossos familiares: Jeferson, Raimunda, Raquel, Jéssica, Vilma (in memorian), Tiago, Abraão, Kelle e Ítalo; Hamony, Maria Izabel, Halynne, Hellen, Hannys, Uanderçon, Marco Thúlio, Sarah Gabriella, Thays, Sindicley e Donizete (in memorian) pela paciência, compreensão e incentivo neste período longo e turbulento.

Aos nossos amigos: Beatriz, Bernardo, Bruno, Iago, Isaías, Janaina, Jhones, Thiago, Esmeralda, Juliana, Laryssa, Maria Laura, Thiana, Valéria e Vivian; Anna Beatriz, Lorrainy, Fabiana, Ana Maria, Camila, Andresa, Ligya, Brenda, Guilherme, Mayara, Isamara, Erika e Mayda, pela parceria e apoio de sempre.

Aos nossos professores, em especial aos nossos orientadores Fábio e Felipe, pelo suporte e incentivo ao longo dos anos.

Ao meu parceiro de projeto, que sem ele este trabalho teria sido mais difícil, triste e solitário. Agradeço por tantas risadas em meio as madrugadas que passamos juntos acordados, aos surtos quando não sabíamos o que fazer, a parceria e apoio indescritível e, principalmente, por não ter desistido quando se pensou inúmeras vezes na hipótese.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte das nossas formações, o nosso muito obrigado!

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

(Albert Einstein)

RESUMO

A apuração e investigação aprofundada das propriedades federais que caracterizam as condições e operações dos sistemas elétricos são imprescindíveis para uma avaliação adequada. Para tanto, este trabalho apresenta um estudo de caso sobre uma possível atualização tarifária para a Reitoria do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins com base nos dados de consumo obtidos nas dez faturas da administradora, para determinar se há um melhor enquadramento tarifário e verificar a possibilidade de inserção de um sistema solar fotovoltaico. A metodologia abordada é baseada em pesquisa bibliográfica, no histórico de consumo e no cálculo dos investimentos e retornos. E, ao final, o presente projeto demonstra que o método abordado mais viável para a atualização tarifária da Reitoria é a instalação de um sistema solar fotovoltaico com tarifação convencional em grupo B, ao qual este se obtém retorno do investimento já em 4 anos e 5 meses, além de economizar mais de 200 mil reais em consumo de energia anualmente. Portanto, constata-se que a análise do enquadramento tarifário é um método muito eficaz para a diminuição do valor das faturas e, nesse caso, para a economia de dinheiro público.

Palavras-chave: Modalidade tarifária; Sistema solar fotovoltaico; Viabilidade; Economia.

ABSTRACT

A thorough investigation of the federal properties that characterize the conditions and operations of electrical systems is essential for a proper evaluation. Therefore, this work presents a case study about a possible tariff update for the Rectory of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Tocantins based on the consumption data obtained in the ten invoices of the administrator, to determine if there is a better tariff framework and to verify the possibility of inserting a solar photovoltaic system. The methodology approached is based on bibliographic research, the consumption history, and the calculation of investments and returns. And, in the end, the present project demonstrates that the most viable method to update the tariffs of the Rectory is the installation of a solar photovoltaic system with conventional tariffs in group B, to which it obtains a return on investment already in 4 years and 5 months, besides saving more than 200 thousand Reais in energy consumption annually. Therefore, it can be seen that the analysis of the tariff framework is a very effective method for reducing the value of the bills and, in this case, for saving public money.

Keywords: Tariff Modality; Solar Photovoltaic System; Feasibility; Economy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do Setor Elétrico Brasileiro	19
Figura 2 - Mercado Regulado e Mercado Livre de Energia	20
Figura 3 - Horários tarifários da Tarifa Branca e média de valores em comparação com a Tarifa Convencional	28
Figura 4 - Organograma da Tarifa Horária Verde	30
Figura 5 - Organograma da Tarifa Horária Azul	32
Figura 6 - Elementos que compõem a Tarifa do Uso do Sistema de Distribuição	33
Figura 7 - Elementos que compõem a Tarifa de Energia	34
Figura 8 - Quantidade anual de conexão de Geração Distribuída	39
Figura 9a - Sistema Fotovoltaico Off-grid	40
Figura 9b - Sistema Fotovoltaico On-grid	41
Figura 10 - Matriz elétrica brasileira	43
Figura 11 - Quantidade anual de conexão de GD por Sistemas Fotovoltaicos	44
Figura 12 - Mapa solarimétrico brasileiro	45
Figura 13 - Fluxo das etapas de acesso de GD ao Sistema de Distribuição	47
Figura 14 - Fachada da Reitoria do Instituto Federal do Tocantins	52
Figura 15 - Curva de Carga do Consumo Diário da Reitoria	54
Figura 16 - Gráfico comparativo: Tarifa Convencional vs Tarifa Branca	58
Figura 17 - Gráfico comparativo: Tarifa Convencional vs Tarifa Horária Verde	60
Figura 18a - Gráfico comparativo: Empresa X vs Empresa Y	61
Figura 18b - Gráfico comparativo: Empresa X vs Empresa Y	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Feriados em que o horário de ponta não entra em vigor.....	23
Tabela 2 - Modalidade Tarifária Convencional	26
Tabela 3 - Valores para cada Postos Tarifários da Tarifa Branca por tipos de classes no Tocantins.....	29
Tabela 4 - Valores cobrados de consumidor residencial de cada tipo de Bandeira Tarifária	36
Tabela 5 - Histórico de consumo em kWh da Reitoria no ano de 2019.....	53
Tabela 6 - Características do fornecimento e consumo de energia elétrica da edificação	55
Tabela 7 - Tarifas de energia elétrica BT (convencional e branca) da concessionária ETO	55
Tabela 8 - Tarifas de energia elétrica AT (horária verde) da concessionária ETO.....	56
Tabela 9 - Análise de consumo para tarifa horária branca.....	57
Tabela 10 - Valores da Subestação a ser instalada	59
Tabela 11 - Análise de consumo para tarifa horossazonal verde.....	59
Tabela 12 - Valores comparativos do sistema solar fotovoltaico a ser instalado.....	61
Tabela 13 - Valor anual de economia.....	63
Tabela 14 - Cálculo retorno do Investimento.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRADEE - Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica
ACL - Ambiente de Contratação Livre
ACR - Ambiente de Contratação Regulada
ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
AT - Alta Tensão
BPC - Benefício de Prestação Continuada da Assistência Social
BT - Baixa Tensão
CADÚNICO - Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal
CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CDE - Conta de Desenvolvimento Energético
CIP - Contribuição de Iluminação Pública
CMSE - Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
CNPE - Conselho Nacional de Política Energética
COPEL - Companhia Paranaense de Energia
DRT - Documento de Responsabilidade Técnica
EPE - Empresa de Pesquisa Energética
ETO - Energisa Tocantins
GD - Geração Distribuída
GEE - Gases do Efeito Estufa
IEA - Agência Internacional de Energia
IFTO - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MEC - Ministério da Educação
MME - Ministério de Minas e Energia
ONS - Operador Nacional do Sistema
PCH - Pequena Central Hidrelétrica
PND - Plano Nacional de Desestatização
PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

PRORET - Procedimentos de Regulação Tarifária

REN - Resolução Normativa

SCEE - Sistema de Compensação de Energia Elétrica

SEB - Setor Elétrico Brasileiro

TCC - Trabalho de Conclusão de Curso

TE - Tarifa de Energia

TIR - Taxa Interna de Retorno

TSEE - Tarifa Social de Energia Elétrica

TUSD - Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

UC - Unidade Consumidora

UTM - Universal Transversa Mercator

VPL - Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.2	Problema de Pesquisa	15
1.3	Justificativa	15
1.4	Objetivos	16
1.4.1	Objetivo Geral	16
1.4.2	Objetivo Específico	16
1.5	Estrutura do Trabalho	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	Mercado de Energia Elétrica.....	18
2.2	Tarifação.....	21
2.2.1	Consumidores	22
2.2.2	Postos Tarifários.....	23
2.2.2.1	Horário de ponta.....	23
2.2.2.2	Horário intermediário	24
2.2.2.3	Horário fora de ponta	24
2.2.3	Modalidade Tarifária.....	24
2.2.3.1	Tarifa Convencional	25
2.2.3.2	Tarifa Horária Branca	27
2.2.3.3	Tarifa Horária Verde	29
2.2.3.4	Tarifa Horária Azul	31
2.2.3.5	Tarifa Social	32
2.2.4	Componentes Tarifários	32
2.2.5	Bandeiras Tarifárias	34
2.3	Geração Distribuída.....	36
2.3.1	On-grid e Off-grid.....	39
2.3.2	Vantagens e Desvantagens	41
2.3.3	Sistema Solar Fotovoltaico	43
2.3.4	Regras da Geração Distribuída direcionadas para Sistemas Fotovoltaicos	46
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	48
3.1	Tipo de pesquisa	48
3.2	Coleta de dados	48
3.3	Tratamento e análise de dados	49
3.4	Análise comparativa dos estudos.....	49

4	ESTUDO DE CASO	52
4.1	Apresentação da Reitoria	52
4.2	Levantamento de dados da Reitoria	52
4.3	Enquadramento do contrato de tarifa de energia	54
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
5.1	Migração para tarifa branca	57
5.2	Migração para grupo A, tarifa horossazonal verde	58
5.3	Inserção de um sistema solar fotovoltaico	60
5.3.1	Mantendo a tarifação da Reitoria em Grupo B, tarifa convencional	60
5.3.2	Migrando a tarifação da Reitoria para Grupo A, tarifa horária verde	64
5.4	Análise geral da viabilidade técnica e econômica para a melhor situação dentre as estudadas	64
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Gerais

Atravessando por mudanças significativas desde a implementação do novo modelo, o setor elétrico brasileiro, em meados da década de 1990, teve como ponto de partida para as reformas a quitação da dívida setorial e a eliminação das inadimplências através da Lei nº 8.631 de 1993 (TAMAROZI, 2002).

Ao mesmo tempo, o governo federal começou a tomar medidas para trazer o setor privado de volta ao setor elétrico, visto como a principal solução para suprir a falta de recursos do país, já que aumentaria assim a concorrência e a efetivação do PND (COOPERS LYBRAND, 1997 apud ARAÚJO, 2019).

O novo modelo do setor tem como principal aspecto a reorganização do padrão monopolista de tarifação baseado em custos para uma nova proposta voltada para a competição de preços definidos pelas forças de mercado. Essa mudança torna o setor de energia mais vulnerável aos riscos inerentes da área, pois esses riscos afetam diretamente os agentes envolvidos (TAMAROZI, 2002).

Diante disso, PIRES e PICCININI (1998) afirmam que:

A regulação tarifária é um dos aspectos mais importantes da regulamentação dos serviços públicos, tendo em vista a necessidade, em um regime de monopólio natural, de se garantir tanto a rentabilidade do investidor quanto a preservação dos interesses dos consumidores.

Esta teoria econômica intitula monopólio natural como todas as áreas que proveem ao mercado um menor valor.

Tais pontos demonstram grande importância para o setor, já que expõe como funciona a “procura x demanda”, possibilitando o fortalecimento da geração de energia elétrica de qualidade. Em resultância, tem-se a união entre competitividade e o monopólio natural, caracterizando a esfera de energia elétrica.

A fim de garantir uma eletricidade de qualidade faz com que seus custos de geração, transmissão e distribuição devam ser compensados pelas tarifas cobradas dos consumidores. Essas tarifas serão definidas pelas modalidades tarifárias de acordo com qual grupo o cliente se encaixa e qual impacto este provoca ao sistema, definindo valores

que levam o usuário a pensar sobre o custo que irá pagar pelo serviço de energia elétrica utilizado.

Uma vez que existem diferentes tipos de categorias tarifárias a disposição de clientes residenciais, comerciais e industriais, a compreensão das práticas de consumo e da composição da contas de energia permite ao comprador selecionar o método de tarifação que melhor se encaixa à sua situação de consumo, visando economizar financeiramente, além de aprimorar a utilização da eletricidade, utilizando racionalmente a energia elétrica.

Com o passar do tempo, a estruturação da rede elétrica tem mudado. No momento atual é uma rede centralizada, mas existe uma inclinação para um sistema distribuído devido ao desenvolvimento de fontes alternativas e renováveis de energia. Atualmente é exequível realizar a conexão de fontes de energia elétrica à rede, transformando assim qualquer consumidor em gerador de energia. Esta geração local produz vantagens em várias situações, desde a não aplicação de impostos até a melhora da qualidade da energia particular (CARVALHO, 2012).

1.2 Problema de Pesquisa

Devido ao custo de energia se tornar cada vez maior nos gastos de manutenção de órgãos públicos, têm-se observado situações que podem ser melhoradas através de eficiência energética e revisão de contratos de tarifas de energia elétrica, ocasionando economia financeira.

Assim, nesses órgãos têm-se a necessidade de análises e estudos constantes quanto a estes fatores para que tenham o máximo de economia de energia e custos financeiros. Portanto, qual método dos que serão abordados no trabalho trará maior eficiência e economia?

1.3 Justificativa

O desenvolvimento de um estudo da tarifação de energia elétrica e a análise comparativa destes, evidenciará qual modalidade será mais vantajosa se tratando de

custo benefício e poderá ser mensurado o tamanho do seu impacto econômico, visando sempre ter o menor custo possível.

Além disso, quando se trata de usinas fotovoltaicas, várias já foram instaladas em outros *campi* do IFTO (com a pretensão de expansão para todos eles) e, também, já foi licitado 108 kWp para a Reitoria do Instituto apenas em inversores.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem por objetivo principal analisar a possibilidade de mudanças de modalidade tarifária na reitoria do IFTO, verificando qual será a mais vantajosa se comparada com método tarifário existente e qual a perspectiva econômica de cada uma delas, levando em consideração a possibilidade da inserção de um sistema fotovoltaico.

Atualmente o local possui agrupamento de dez medidores e é alimentado em baixa tensão, fazendo parte do grupo B, subgrupo B3.

1.4.2 Objetivo Específico

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Levantamento de custo atual para o consumo de energia da reitoria e a viabilidade de manter a tarifação convencional em medição agrupada (10 medidores);
- Análise da possibilidade de migrar para a tarifa branca no grupo B;
- Análise da viabilidade de migração para grupo A, tarifa horossazonal verde, verificando os novos custos de consumo de energia e demanda e o valor para a construção da subestação particular;
- Análise da possibilidade de inserção de um sistema fotovoltaico;
- Análise geral da viabilidade técnica e econômica para a melhor situação dentre as citadas.

1.5 Estrutura do Trabalho

O trabalho está estruturado em 6 capítulos. No primeiro capítulo é apresentada a introdução, sendo constituída por considerações gerais, problema de pesquisa e justificativa e objetivos do trabalho. O segundo capítulo demonstra a fundamentação teórica, e é dividido em três grandes subcapítulos, sendo eles: mercado de energia elétrica; tarifação; e geração distribuída, com o objetivo de trazer e analisar a literatura existente sobre o tema, explicando seus conceitos e definições. Também é propósito deste capítulo levantar as normas existentes para regulamentar cada um dos temas abordados.

Em sequência, no terceiro capítulo, estão discorridos os procedimentos metodológicos no qual são abordados o tipo de pesquisa do trabalho e como este será realizado. Já no quarto capítulo, estudo de caso, há as informações sobre o local de estudo e os dados que foram levantados para a realização deste. No quinto capítulo são apresentados os resultados das análises realizadas para os três principais objetivos específicos, além de ser feita uma comparação entre eles.

Por fim, no sexto capítulo são trazidas as considerações finais sobre o trabalho além de possuir, logo após, um tópico não numerado como capítulo em que estão contidas as referências bibliográficas organizadas em ordem alfabética.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Mercado de Energia Elétrica

Segundo a ANEEL (2008), o modelo organizacional do setor de energia elétrica passou por duas importantes modificações desde de 1990. A primeira envolveu a privatização das empresas de operação do setor que teve início com a Lei nº 9.427, de dezembro de 1996, que instituiu a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e determinou que o aproveitamento dos potenciais hidráulicos fosse atribuído por meio de competição ou leilão, em que o maior valor oferecido pelo bem público definiria o ganhador. A segunda ocorreu em 2004, com a introdução do Novo Modelo do Setor Elétrico, que teve como escopo: garantir a segurança no suprimento; promover a modicidade tarifária; e viabilizar a inserção social, em particular pelos programas de universalização. Sua inserção marcou o resgate da responsabilidade do planejamento do setor de energia elétrica pelo Brasil.

Em 1997, afirmava-se que a privatização deveria ser antecedida por uma regulamentação que promovesse a concorrência quando necessário, e se isso não fosse possível, deveria garantir qualidade e eficiência por meio de regulação e tomada de decisão. Em agosto desse mesmo ano, o Conselho Nacional de Política de Energia (CNPE) foi originado para criar as políticas nacionais do setor elétrico, sendo que a maior parte dos seus constituintes são ministros da União, com o propósito de possibilitar o uso de insumos energéticos para atender às necessidades de todos os brasileiros (ARAÚJO, 2019).

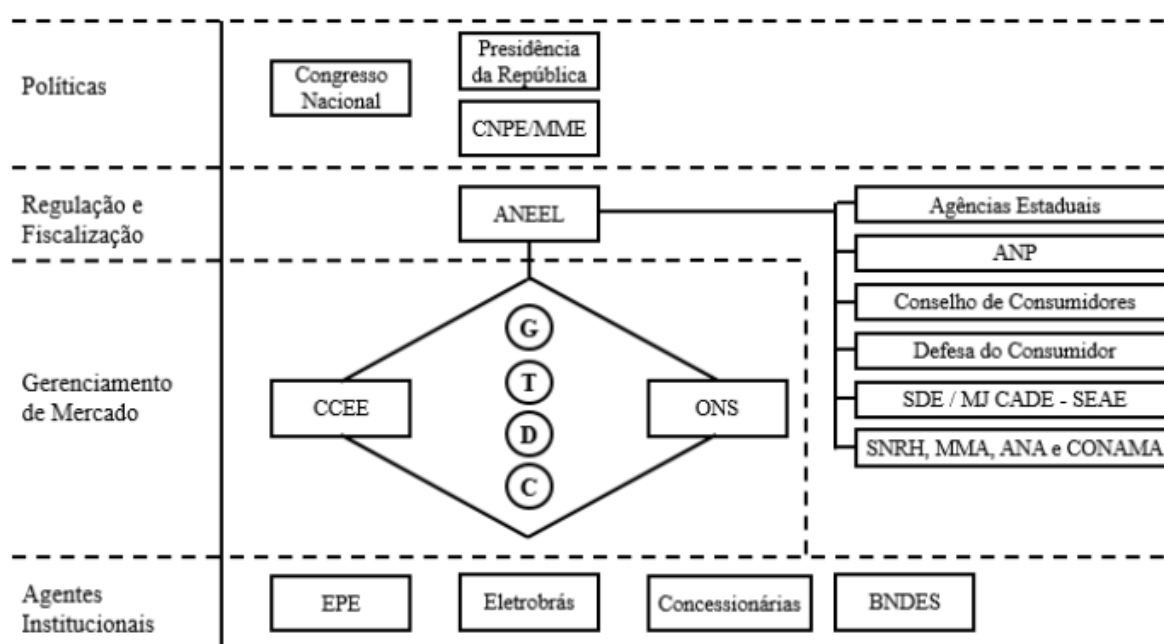
O Ministério de Minas e Energia (MME), criado ainda em 1960 pela Lei nº 3.782, é o principal órgão do setor elétrico no Brasil e preside o CNPE. Suas principais obrigações incluem a formulação e a implementação de políticas para o setor energético.

A ANEEL, diretamente associada ao MME, foi definida como autarquia federal por meio do Decreto nº 2.335 de 1997, tendo a função de regular e fiscalizar todo o Sistema Elétrico Brasileiro (SEB), atuando de forma que garanta a operação de todos os agente em um ambiente de equilíbrio que permita, às companhias, a obtenção de resultados sólidos ao longo do tempo e, ao consumidor, um serviço acessível e de qualidade.

Sob a fiscalização da ANEEL, em 1998 através da Lei nº 9.648, foi criado o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), também sendo uma entidade autônoma, que é responsável por coordenar, supervisionar e controlar a geração e transmissão de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN), sempre visando garantir a confiabilidade da eletricidade.

Com a reformulação do SEB por meio das leis nº 10.847 e 10.848 de 2004, o MME permaneceu com o poder de formular e implementar políticas para o setor de energia elétrica, com o assessoramento do CNPE e do Congresso Nacional. As atribuições da ANEEL e do ONS foram mantidas, além de terem sido criados novos agentes, sendo eles: o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) que tem o compromisso de acompanhar e avaliar a continuidade e a segurança do suprimento eletroenergético do país; a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) que substituiu o Mercado Atacadista de Energia (MAE) e tem como função operar o mercado livre de energia; e a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) que é responsável por realizar pesquisas e subsidiar o planejamento da expansão do setor. Na Figura 1 é possível ver a atual estrutura institucional do SEB:

Figura 1 - Estrutura do Setor Elétrico Brasileiro



Fonte: ANEEL (2008).

Uma das principais alterações promovidas em 2004 foi ter instituído dois

ambientes para a celebração de contratos de compra e venda de energia: o Ambiente de Contratação Regulada (ACR), exclusivo para geradoras e distribuidoras, e o Ambiente de Contratação Livre (ACL), do qual participam geradoras, comercializadoras, importadores, exportadores e consumidores livres.

O ACR, também denominado de mercado cativo de energia, é estabelecido como o ambiente onde os distribuidores celebram contratos denominados Contratos de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Regulado (CCEAR) comprando energia para fornecer a eletricidade total a qual os seus clientes consomem. Esses compromissos são precedidos de licitação, exceto as possibilidades predeterminadas em lei, e são regulamentados pelo governo por meio de legislação específica.

O ACL, nomeado também de mercado livre de energia, configura-se como o ambiente onde consumidores têm o privilégio de realizar transações de compra e venda de energia através de contratos. Os contratos são bilaterais e podem ser negociados livremente entre os geradores, comercializadores e consumidores.

Na Figura 2 é possível ver de forma dinâmica os ambientes de contratações, onde o consumidor do mercado regulado tem contato direto apenas com a distribuidora de energia, enquanto o de mercado livre tem interação direta com a geradora.

Figura 2 - Mercado Regulado e Mercado Livre de Energia



Fonte: Site Energês (2021).¹

¹ Disponível em: <https://energes.com.br/quais-habilidades-devo-ter-para-atuar-no-mercado-de-energia/>
Acesso dia 15/05/2022.

2.2 Tarifação

O Decreto nº 62.724 de 1968, além de estabelecer a criação dos grupos tarifários, citou pela primeira vez uma mudança do, até então, foco de expansão do sistema para um novo cenário de eficiência ao estabelecer limites de potência para cada grupo e subgrupo tarifário. Associado a proposta de um cenário voltado à eficiência do sistema, surgiram os primeiros estudos relacionados a uma nova estrutura tarifária. (ANEEL, 2010 apud MENEZES, 2014, p.25).

Em 1981, com o Decreto nº 86.463, entrou em vigor essa nova estrutura tarifária. Para o grupo A foram estabelecidas componentes tarifárias relacionadas a uma demanda de potência e consumo de energia, intitulada tarifa binômia de fornecimento. E para o grupo B foi estabelecida uma tarifa monômia de fornecimento, definindo uma componente tarifária referente a energia utilizada.

Seguindo essas regras, a Agência Nacional desenvolveu métodos de cálculo tarifários para as áreas do setor elétrico (geração, transmissão, distribuição e comercialização), levando em consideração aspectos como a infraestrutura dos tais segmentos, impostos, e também fatores econômicos que incentivam a modicidade tarifária e sinalização ao mercado.

De uma maneira bem simples, uma tarifa de energia é o preço cobrado por unidade de consumo (R\$/kWh). Portanto, agora já sabendo que outros aspectos entram no cálculo da conta, é importante ressaltar que, devido a eletricidade ser um bem crucial, o custo não é cobrado só pelo que foi utilizado, mas também pela sua disponibilidade: 24 horas por dia, 7 dias por semana (ABRADEE, 2020).

Em conformidade com CARVALHO (2012), a compreensão do faturamento de energia elétrica está diretamente ligado às decisões a serem tomadas sobre programas de eficiência energética, pois as contas de energia dispõem dados de demanda e consumo, e o estudo dessas informações pode fornecer percepções sobre a importante relação entre os hábitos diários dos consumidores e seu uso de eletricidade.

Por meio deste estudo são determinadas modalidades tarifárias que podem ser variadas com base na forma de consumo do usuário e no impacto que causará ao sistema elétrico, procurando assim induzir o consumo consciente e racional dos

utilizadores e transformar em redução de gastos na soma final, já que nem todos os clientes pagam a mesma tarifa. Estas podem variar de acordo com parâmetros relacionados ao consumidor, classes de demanda, níveis de tensão e sazonalidade (ARAÚJO, 2019).

2.2.1 Consumidores

Os grupos tarifários são categorias fixas de unidades consumidoras utilizadas para diferenciar e organizar os consumidores de acordo com a tensão utilizada. Deste modo, pode ajustar melhor os preços aos gastos dos contratantes.

Segundo a REN nº 1.000 da ANEEL (2021), os grupos tarifários estão divididos em duas categorias, sendo elas:

O grupo A é o grupamento composto de unidades consumidoras com conexão em tensão maior ou igual a 2,3 kV, ou atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão menor que 2,3 kV, e subdividido nos seguintes subgrupos:

- a) subgrupo A1: tensão de conexão maior ou igual a 230 kV;
- b) subgrupo A2: tensão de conexão maior ou igual a 88 kV e menor ou igual a 138 kV;
- c) subgrupo A3: tensão de conexão igual a 69 kV;
- d) subgrupo A3a: tensão de conexão maior ou igual a 30 kV e menor ou igual a 44 kV;
- e) subgrupo A4: tensão de conexão maior ou igual a 2,3 kV e menor ou igual a 25 kV;
- f) subgrupo AS: tensão de conexão menor que 2,3 kV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição.

O grupo B é o grupamento composto de unidades consumidoras com conexão em tensão menor que 2,3 kV e subdividido nos seguintes subgrupos:

- a) subgrupo B1: residencial;
- b) subgrupo B2: rural;
- c) subgrupo B3: demais classes;
- d) subgrupo B4: iluminação pública.

2.2.2 Postos Tarifários

Postos ou horários tarifários são relativos ao intervalo de tempo em que é consumida a energia durante o dia, submetendo-se às suas mudanças durante as 24 horas. Analisando-se a REN nº 1000/2021, a repartição dos autodenominados postos tarifários é feita da seguinte maneira.

2.2.2.1 Horário de ponta

Posto tarifário ponta é formado por 3 horas consecutivas, este intervalo de tempo deve ser definido pela concessionária local considerando a curva de carga de seu sistema de energia, aprovado pela ANEEL para toda a região de concessão, de segunda-feira a sexta-feira, com exceção dos sábados, domingos, terça-feira de carnaval, sexta-feira da paixão, corpus christi e feriados federais demonstrados na Tabela 1 (ANEEL, 2021).

Tabela 1 - Feriados em que o horário de ponta não entra em vigor

Dia e mês	Feriados Nacionais	Leis Federais
01 de janeiro	Confraternização Universal	10.607 de 2002
21 de abril	Tiradentes	10.607 de 2002
01 de maio	Dia do Trabalho	10.607 de 2002
16 de junho	Corpus Christi	10.607 de 2002
07 de setembro	Independência do Brasil	10.607 de 2002
12 de outubro	Nossa Senhora Aparecida	6.802 de 1980
02 de novembro	Fimados	10.607 de 2002
15 de novembro	Proclamação da República	10.607 de 2002
25 de dezembro	Natal	10.607 de 2002

Fonte: ANEEL (2021).

Na concessionária local, Energisa Tocantins, o horário de ponta ocorre das 18 horas às 20 horas e 59 minutos. Para este período é cobrado um valor muito mais caro por kWh.

2.2.2.2 Horário intermediário

Posto tarifário intermediário é o período de 2 horas, consistindo uma hora imediatamente anterior ao posto tarifário ponta e outra consecutivamente uma hora após o horário de ponta. Empregando-se apenas para o grupo B (ANEEL, 2021).

Na distribuidora de energia do estado do Tocantins, o horário intermediário acontece das 17 horas às 17 horas e 59 minutos e das 21 horas às 21 horas e 59 minutos. Para esse intervalo é arrecadado um valor mais caro por kWh.

2.2.2.3 Horário fora de ponta

Posto tarifário fora de ponta é o espaço de tempo constituído pelo grupo das horas diárias sequenciais e complementares aquelas determinadas nos horários de ponta e, para o grupo B, horário intermediário (ANEEL, 2021).

Na Energisa Tocantins, distribuidora de energia do estado, o horário fora de ponta transcorre de 22 horas às 16 horas e 59 minutos do dia seguinte. Para esse período é cobrado um preço menor por kWh do que o cobrado na tarifa convencional.

2.2.3 Modalidade Tarifária

De acordo com a ANEEL (2021), pela REN nº 1000, modalidade tarifária é “o conjunto de tarifas aplicáveis às componentes de consumo de energia elétrica e demanda”. As modalidades em vigência atual no Brasil são:

- a) Tarifa convencional;
- b) Tarifa Horária Branca;
- c) Tarifa Horária Verde;
- d) Tarifa Horária Azul.

Vale ressaltar que as categorias tarifárias foram criadas para que a aplicabilidade dos custos seja a mais precisa possível, levando em consideração o nível de consumo do cliente por meio de cálculos específicos correspondentes a cada modalidade, em que a base deste se refere a demanda contratada e consumo de energia, e outros encargos derivados de serviços prestados pelo distribuidor também são considerados para o valor final da fatura.

2.2.3.1 Tarifa Convencional

A tarifa convencional atende as UC's do grupo B e é caracterizada por um preço único a ser pago pelo consumo de energia, independente do horário do dia. Os números da Tabela 2 correspondem aos atuais valores de tarifação para cada subgrupo de baixa tensão, conforme a distribuidora de energia elétrica do Tocantins, a Energisa.

Tabela 2 - Modalidade Tarifária Convencional

Tarifa	Classes	Consumo - TUSD + TE (R\$/kWh)
B1	Residencial sem benefícios	0,76174
	Residencial BR - Consumo até 30kWh	0,24656
	Residencial BR - Consumo de 31 a 100kWh	0,42267
	Residencial BR - Consumo de 101 a 220kWh	0,63401
	Residencial BR - Consumo acima de 220kWh	0,70446
B2	Rural	0,71603
	Rural irrigação	0,23628
	Cooperativa de eletrificação rural	0,71603
	Serviço de irrigação	0,70080
	Comercial, serviços e outros	0,76714
B3	Industrial	0,76714
	Poderes públicos	0,76714
	Serviço público	0,73888
	Iluminação pública	-
B4	B4A - Rede de distribuição	0,41896
	B4B - Bulbo da lâmpada	0,45704

Fonte: Energisa (2021).

Os consumidores do grupo A com subestação particular instalada de até 112,5kVA poderão ser enquadrados na tarifa convencional, ou seja, serão cobrados os mesmos valores de consumo que é cobrado dos consumidores do grupo B.

A conta de energia de clientes com tarifa convencional é composta pela multiplicação do valor da tarifa apresentado na Tabela 2 vezes o consumo em kWh medido no mês. Sendo demonstrado na Equação 1:

$$Tc = Cm \times Vk \quad (1)$$

Onde,

Tc: Tarifa convencional;

Cm: Consumo medido;

Vk: Valor por quilowatt hora.

2.2.3.2 Tarifa Horária Branca

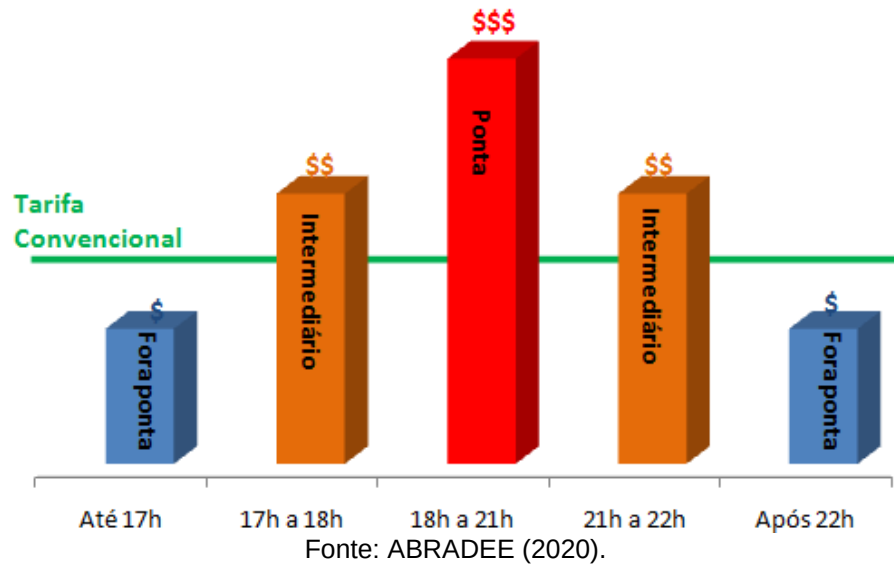
A tarifa branca é constituída por valores variados de acordo com o horário de utilização de energia, este modelo de tarifa é arbitrário, podendo ser solicitado por clientes atendidos em BT (127, 220, 380, 440V), intitulado grupo B (ANEEL, 2022g).

A ANEEL elaborou a Tarifa Branca para estipular preços distintos para o consumo observando estimativas dos custos para o fornecimento da energia. Os horários de picos demandam maiores investimentos para ampliar a capacidade das redes elétricas e, por isso, tendem a possuir valores maiores do que noutros horários de menor consumo (ABRADEE, 2020).

Esta modalidade tarifária começou a ser implementada em meados de 2018 para novas ligações e para unidades consumidoras com média anual de consumo mensal superior a 500 kWh, em 2019 para UC's com média anual de consumo mensal superior a 250 kWh e em 2020 passou a ser liberada para todos os clientes (EPE, 2019).

A tarifa branca tem a finalidade de proporcionar aos consumidores uma alternativa de economizar na fatura de energia, redirecionando o consumo para horários onde o valor da tarifa seja inferior. Esses intervalos de tempo são definidos como horário de ponta, intermediário, e fora de ponta como mostrado na Figura 3, que também se pode observar uma linha na horizontal sobre o custo da tarifa convencional para uma análise comparativa.

Figura 3 - Horários tarifários da Tarifa Branca e média de valores em comparação com a Tarifa Convencional



Os consumidores que desejam realizar a mudança para bandeira branca, necessitará fazer, inicialmente, uma análise criteriosa para avaliar se a transição será economicamente viável de acordo com a sua rotina. É importante que ele conheça o seu perfil de consumo, pois se seus hábitos não forem adequados à tarifa branca, o usuário passará a pagar um valor mais caro na fatura de energia, mesmo que seu consumo não tenha mudado.

Para realizar o cálculo do custo de energia das unidades consumidoras que adotarem a tarifa branca, é necessário determinar o valor da parcela de consumo em cada horário através das Equações 2, 3 e 4 e em seguida efetuar a soma de ambas de acordo com a Equação 5.

$$PcP = TeP \times CmP \quad (2)$$

$$PcI = TeI \times CmI \quad (3)$$

$$PcFP = TeFP \times CmFP \quad (4)$$

$$TB = PcP + PcI + PcFP \quad (5)$$

Onde,

PcP : Parcela de consumo em horário de ponta;

PcI : Parcela de consumo em horário intermediário;

$PcFP$: Parcela de consumo em horário de fora ponta;

TeP: tarifa de energia em horário de ponta;

TeI: tarifa de energia em horário intermediário;

TeFP: tarifa de energia em horário de fora ponta;

CmP: consumo medido em horário de ponta;

CmI: consumo medido em horário intermediário;

CmFP: consumo medido em horário de fora ponta;

TB: tarifa branca.

A Tabela 3 representa os custos da tarifa branca de acordo com os horários de consumo para a tarifa convencional.

Tabela 3 - Valores para cada Postos Tarifários da Tarifa Branca por tipos de classes no Tocantins

Classes	TUSD + TE (R\$/kWh)		
	Ponta	Intermediário	Fora Ponta
Residencial	1,74686	1,09668	0,61154
Cooperativa de eletrificação rural	1,58861	0,99881	0,56416
Rural irrigação	1,58861	0,99881	0,18617
Rural	1,58861	0,99881	0,55216
Serviço público de irrigação	1,55481	0,97756	0,43405
Comercial, serviços e outros	1,82266	1,14216	0,62670
Industrial	1,82266	1,14216	0,62670

Fonte: Energisa (2021).

2.2.3.3 Tarifa Horária Verde

A tarifa verde é definida por ter um valor fixo para demanda contratada, uma tarifa para o consumo de energia no horário de ponta e uma tarifa para o consumo de energia no posto tarifário fora de ponta. Esta categoria pode ser aplicada a consumidores do grupo A que são alimentados com tensão inferior a 69 kV e demanda igual ou superior a

30 kW, e para ser calculada, primeiramente, deve-se encontrar o valor das três parcelas que compõem a tarifa por meio das Equações 6, 7 e 8 e posteriormente realizar a soma destas por meio da Equação 9.

$$P_c = T_eP \times C_mP + T_eFP \times C_mFP \quad (6)$$

$$P_d = T_d \times D_c \quad (7)$$

$$P_u = T_u \times 2 \times (D_m - D_c) \quad (8)$$

$$ThV = P_c + P_d + P_u \quad (9)$$

Onde,

P_c : Parcela de consumo;

P_d : Parcela de demanda;

P_u : Parcela de ultrapassagem;

T_d : Tarifa de demanda;

D_c : Demanda contratada;

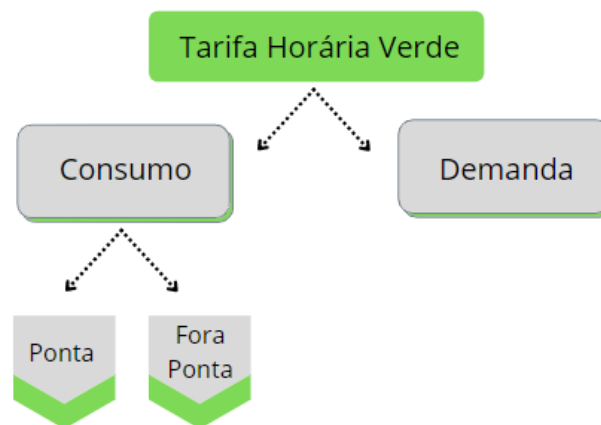
T_u : Tarifa de ultrapassagem;

D_m : Demanda medida;

ThV : tarifa horária verde.

Desta forma, a disposição da tarifa verde será composta de acordo com a Figura 4.

Figura 4 - Organograma da Tarifa Horária Verde



Fonte: AUTORES (2022).

2.2.3.4 Tarifa Horária Azul

A modalidade tarifária horária azul é caracterizada por conter quatro parcelas distintas em uma mesma tarifa, com um modelo que se assemelha a tarifa verde tendo-se uma contratação de energia baseada no consumo e na demanda e podendo ser requisitada por qualquer consumidor do grupo A. O cálculo do custo de energia da tarifa azul é bem parecido com o da tarifa verde, precisa-se estabelecer o custo das parcelas de consumo, de demanda e de ultrapassagem, com o acréscimo de valores para demanda contratada nos horários de ponta e fora de ponta, podendo ser observado através das Equações 10, 11 e 12 e logo após operar o somatório das parcelas conforme a Equação 13.

$$Pc = TeP \times CmP + TeFP \times CmFP \quad (10)$$

$$Pd = TdP \times DcP + TdFP \times DcFP \quad (11)$$

$$Pu = TuP \times 2 \times (DmP - DcP) + TuFP \times 2 \times (DFPm - DcFP) \quad (12)$$

$$ThA = Pc + Pd + Pu \quad (13)$$

Onde,

ThA: tarifa horária azul;

TuP: tarifa ultrapassagem ponta;

TuFP: tarifa ultrapassagem fora ponta;

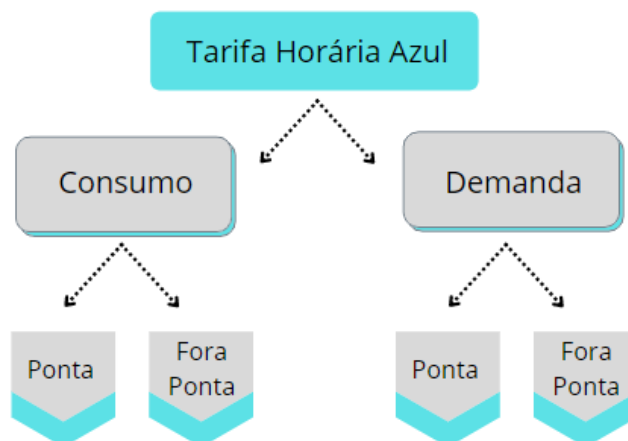
DcP: demanda contratada ponta;

DcFP: demanda contratada fora ponta;

DmP: demanda medida ponta;

DmFP: demanda medida fora ponta.

De acordo com a ANEEL, a tarifa azul é dividida em demanda contratada no horário ponta, demanda contratada no posto tarifário fora ponta, consumo de energia ponta e consumo de energia fora ponta, como evidenciado na Figura 5.

Figura 5 - Organograma da Tarifa Horária Azul

Fonte: AUTORES (2022).

2.2.3.5 Tarifa Social

A tarifa social de energia elétrica - TSEE foi instaurada pela Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002 e garante descontos para consumidores enquadrados nesta. Os beneficiados na subclasse residencial baixa renda são isentos de gastos com a Conta de Desenvolvimento Energético - CDE e dos custos do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA.

Segundo a ANEEL para adequar-se na tarifa social a unidade consumidora deve ser composta por:

- a) família inscrita no CadÚnico com renda familiar mensal por pessoa menor ou igual a meio salário-mínimo nacional;
- b) idosos com 65 anos ou mais ou pessoas com deficiência, que recebam o Benefício de Prestação Continuada da Assistência Social – BPC.

2.2.4 Componentes Tarifários

Para a definição de uma tarifa é preciso levar em consideração os custos que a mesma possui para chegar até o consumidor final. Conforme o MME (2021) esta pode ser definida como:

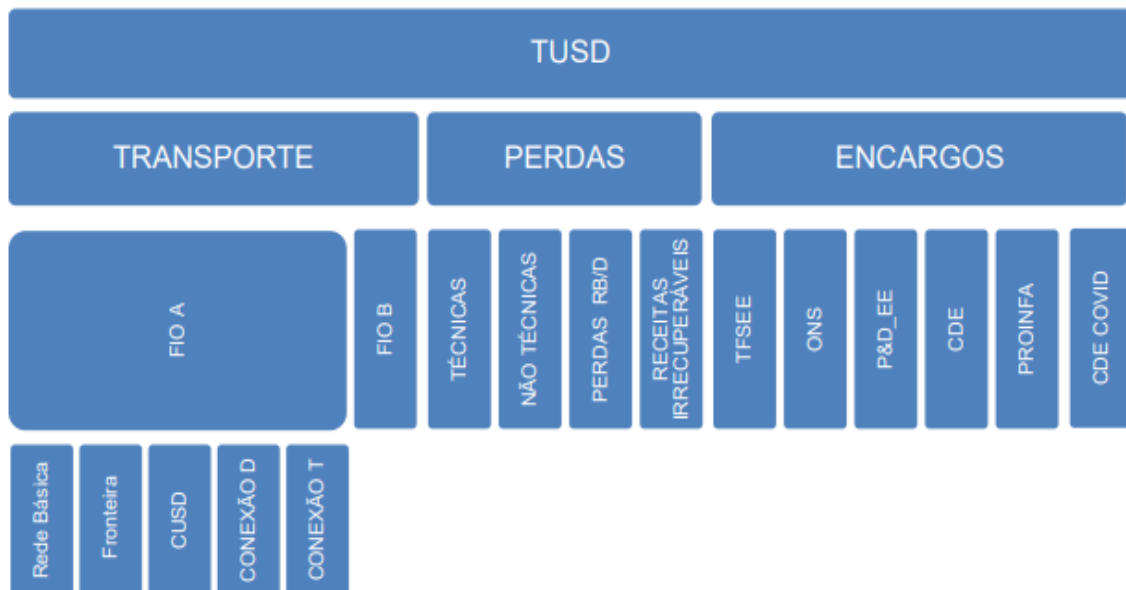
A tarifa de energia elétrica é a composição de valores calculados que representam cada parcela dos investimentos e operações técnicas realizadas

pelos agentes da cadeia de produção e da estrutura necessária para que a energia possa ser utilizada pelo consumidor. A tarifa representa, portanto, a soma de todos os componentes do processo industrial de geração, transporte (transmissão e distribuição) e comercialização de energia elétrica. São acrescidos ainda os encargos direcionados ao custeio da aplicação de políticas públicas. Os impostos e encargos estão relacionados na conta de luz.

As parcelas de custos referentes às perdas, transportes, compra de energia e encargos levam a um agregado para formar as tarifas TUSD e TE.

A Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição - TUSD é o valor monetário unitário definido pela ANEEL. Esta parcela tem a finalidade de aplicar uma taxa aos consumidores pelo uso do sistema de distribuição e é calculado em R\$/MWh (reais por megawatt hora) ou R\$/kW (reais por quilowatt). O custo regulatório que define essa tarifa é obtido nos processos de reajuste tarifário, os elementos que compõem essa tarifa são custos de transporte, perdas e encargos definidos na Figura 6.

Figura 6 - Elementos que compõem a Tarifa do Uso do Sistema de Distribuição



Fonte: ANEEL (2022e).

A Tarifa de energia - TE é o valor monetário unitário regulamentado pela ANEEL, que a mesma descreve como preço pelo megawatt hora (R\$/MWh), utilizado para efetuar o faturamento mensal pela distribuidora referente ao consumo de energia dos seguintes contratos:

a) contrato de Compra de Energia Regulada;

- b) contrato de fornecimento para consumidores grupo A;
- c) contrato de adesão de consumidores grupo B;
- d) contrato de compra e venda de energia.

A Figura 7 apresenta os componentes das parcelas que constitui a TE, onde são revisados anualmente nos processos de atualização tarifária regidos por lei.

Figura 7 - Elementos que compõem a Tarifa de Energia



Fonte: ANEEL (2022e).

2.2.5 Bandeiras Tarifárias

Bandeira tarifária é a metodologia que tem como finalidade apontar os custos da geração de energia elétrica, e que são repassadas ao consumidor por meio da conta de energia. Este sistema foi implementado em 2015 e se aplica a todos os consumidores cativos das distribuidoras, com exceção dos sistemas isolados (ANEEL, 2022f).

As bandeiras representam a disponibilidade do sistema elétrico, mais especificamente da geração de energia. Nota-se que quanto menor os níveis dos reservatórios e dos rios, menor será a quantidade de operação das usinas hidrelétricas, fazendo com que seja necessário optar por fontes de energia com custos mais elevados.

A ANEEL estipula valores para cada modelo de bandeira:

- a) bandeira verde: condições favoráveis de geração de energia. A tarifa não sofre

nenhum acréscimo;

- b) bandeira amarela: condições de geração menos favoráveis. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,01874 para cada quilowatt-hora (kWh) consumidos;
- c) bandeira vermelha - Patamar 1: condições mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,03971 para cada quilowatt-hora (kWh) consumido;
- d) bandeira vermelha - Patamar 2: condições ainda mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,09492 para cada quilowatt-hora (kWh) consumido;
- e) bandeira de escassez hídrica: em 2021 o governo brasileiro viu a necessidade da criação de uma nova bandeira tarifária para cobrir os gastos de geração durante o período de seca. O custo para os consumidores é um acréscimo nas contas de energia no valor de R\$ 14,20 a cada 100 kWh.

A Tabela 4 constitui os valores cobrados para determinados consumo de todas as bandeiras tarifárias.

Tabela 4 - Valores cobrados de consumidor residencial de cada tipo de Bandeira Tarifária

Consumo (kWh/mês)	Valor adicional na tarifa para:			
	Bandeira Amarela	Bandeira Vermelha Patamar 1	Bandeira Vermelha Patamar 2	Bandeira de Escassez Hídrica
50	R\$1,49	R\$3,25	R\$4,90	-
100	R\$2,99	R\$6,50	R\$9,80	R\$14,20
200	R\$5,98	R\$13,00	R\$19,59	R\$28,40
300	R\$8,97	R\$19,50	R\$29,39	R\$42,60
400	R\$11,96	R\$26,00	R\$39,18	R\$56,80
500	R\$14,95	R\$32,50	R\$48,98	R\$71,00
600	R\$17,94	R\$39,00	R\$58,77	R\$85,20
700	R\$20,93	R\$45,50	R\$68,57	R\$99,40
800	R\$23,92	R\$52,00	R\$78,36	R\$113,60
900	R\$26,90	R\$58,50	R\$88,16	R\$127,80
1000	R\$29,89	R\$65,00	R\$97,95	R\$142,00

Fonte: MME (2021).

2.3 Geração Distribuída

Geração Distribuída (GD), segundo a Agência Internacional de Energia (IEA), pode ser determinada como a geração de energia que está estabelecida perto de seu consumidor ou centro de carga, sendo esta gerada a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada. Em vista disso, para esse tipo de produção energética não são necessárias as grandes linhas de transmissões com altos níveis de tensões para transportar a eletricidade para as UC's, sendo formada apenas pelos componentes de geração, distribuição e consumo, ou simplesmente por geração e consumo.

A GD teve início, no Brasil, com a publicação da Lei nº 9074 de 1996, responsável por regularizar a geração de energia elétrica por produtores independentes e

autoprodutores. O agente independente recebe autorização ou concessão para gerar para o mercado, à medida que o autoprodutor recebe autorização para gerar destinado a seu uso exclusivo. Antigamente, a autoprodução de energia era focada apenas em sistemas não interligados à rede elétrica (*off-grid*) (MARTINS, 2015).

A Lei nº 9074 caracterizou-se como estímulo às pequenas centrais hidrelétricas (PCH's) com potencial hidráulico superior a 1MW e inferior a 10MW. Somente com a REN nº 482 de 2012 que a geração distribuída com características abaixo de 100 kW foi regularizada, possibilitando o ingresso de micro e minigeradores ao sistema de distribuição de energia elétrica, configurando-se como um dos principais incentivos a GD de fontes renováveis no país (MARTINS, 2015).

A Resolução Normativa nº 482 de 17 de abril de 2012, “estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica (..)” (ANEEL, 2012). Idealizada desde 2010, com a intenção de reduzir os empecilhos para a chegada de pequenas centrais geradoras aos sistemas de distribuição e colaborar com o abastecimento de energia da federação, a regulamentação tornou-se um símbolo na política energética do Brasil (ZANETTI NETO; COSTA; VASCONCELOS, 2014 apud CAFISSO, 2021).

De acordo com a REN nº 482/2012 e suas atualizações, as REN's nº 687 de 2015 e nº 786 de 2017, os conceitos de micro e minigeração distribuída ficaram estabelecidos como:

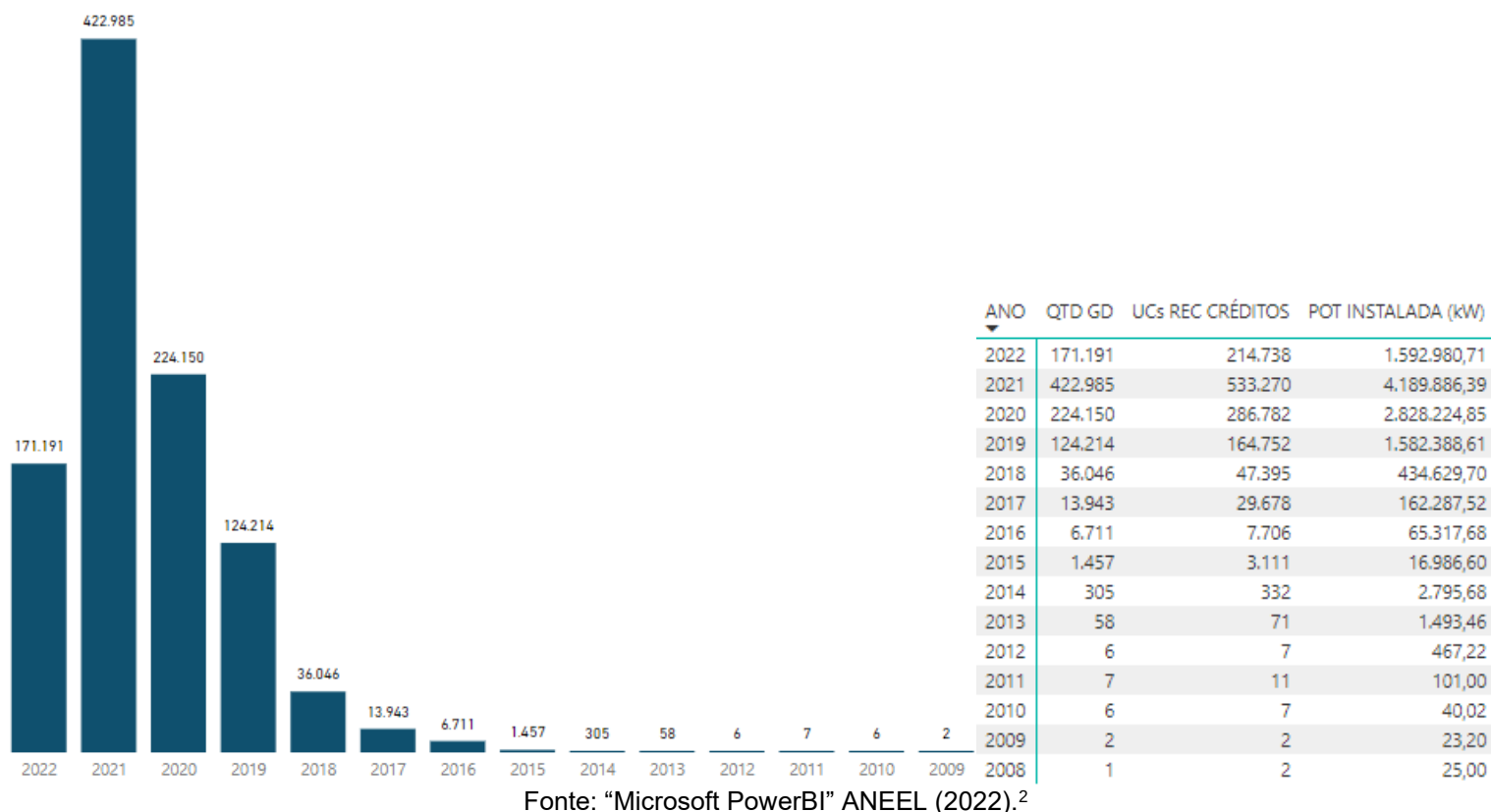
Microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.

Minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5MW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras (ANEEL, 2012).

A resolução também originou outro conceito importante, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) que configura-se como um dos principais incentivos a GD. A energia produzida por uma unidade geradora (créditos) é transferida ao usuário através do abatimento do consumo em sua conta de energia, não existindo assim, o uso de moeda para remuneração pelo que foi gerado. Ainda é plausível repartir

os excedentes mensais de geração à própria unidade geradora, ou ainda para outras UC's pertencentes ao mesmo SCEE durante o período de validade dos créditos (CAFISSO, 2021). Período este que será de 5 anos para aquele que tiver seu sistema de GD até o final de 2022, após este tempo os créditos serão divididos entre concessionária e cliente de maneira que será alterado anualmente até 2029, regido pela Lei nº 14.300 de 2022. Após 2029, o créditos referente a parcela da TUSD da conta de energia ficaram 100% para a concessionária, e estes serão abatidos mensalmente (isto vale para quem aderir a GD a partir de 2023, aos que não se encaixem nesse caso, continuam fazendo parte do SCEE atual até 2045).

Na Figura 8 é possível observar o crescimento da quantidade de conexões de gerações distribuídas conectadas a redes (*on-grid*) desde 2008 até atualmente. Também se pode observar a potência instalada anual em kW, resultante da soma de todas as conexões do ano.

Figura 8 - Quantidade anual de conexão de Geração Distribuída

2.3.1 On-grid e Off-grid

Atualmente a geração distribuída pode ser conceituada em duas classes de operação, sendo elas a *on-grid* e *off-grid*.

O modelo que opera sem estar conectado a rede é conhecido como sistema *off-grid* ou também por sistema isolado. E de acordo com Decreto nº 7.246 de 2010, sistemas isolados são: "Os sistemas elétricos de serviço público de distribuição de energia elétrica que, em sua configuração normal, não estejam eletricamente conectados ao Sistema Interligado Nacional - SIN, por razões técnicas ou econômicas".

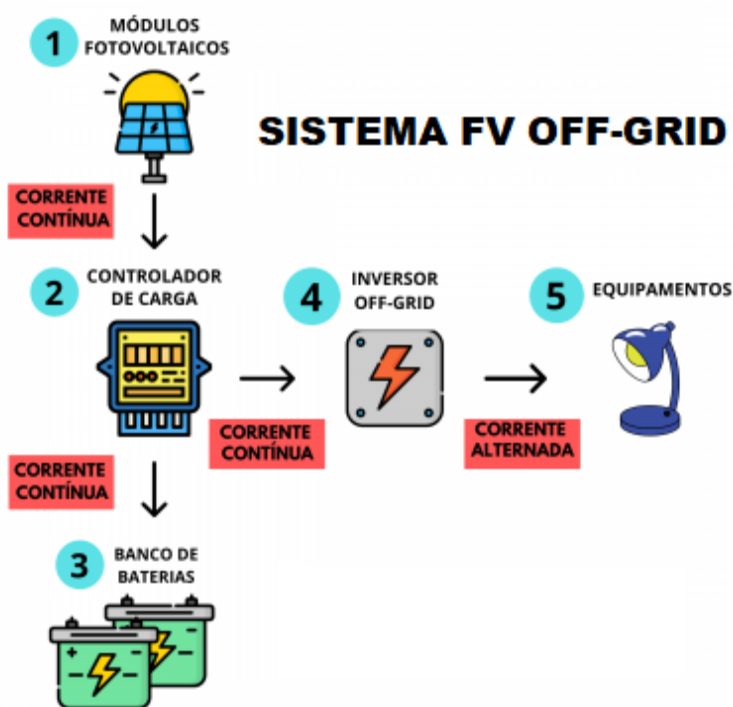
Os sistemas *off-grid* foram implantados a princípio de forma a evitar que falhas no sistema elétrico ocasionassem maiores danos às UC's. Já os sistemas que são

² Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjojY2VmMmUwN2QtYWFiOS00ZDE3LWI3NDMtZDk0NGI4MGU2NTkxliwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYtctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9>. Acesso dia 18/05/2022.

conectados a rede são chamados de sistemas *on-grid* e neste tipo de modalidade os consumidores injetam potência na rede de distribuição, pois a ANEEL regulamenta as GD's e permite que os consumidores utilizem a rede como meio de armazenar energia.

As Figuras 9a e 9b esquematizam os dois tipos de sistemas atualmente encontrados, utilizando-se como exemplo de GD a energia solar. No sistema *off-grid* percebe-se como a corrente se comporta sendo ela unilateral, ou seja, a energia gerada é transportada em um único sentido ao seu destino, podendo ser equipamentos que farão uso ou mesmo um banco de baterias que será responsável pelo armazenamento desta. Já o *on-grid* possui um sentido bilateral, em outras palavras, a energia que não for consumida pela carga poderá ser injetada na rede e a mesma sendo capaz de retornar a unidade consumidora.

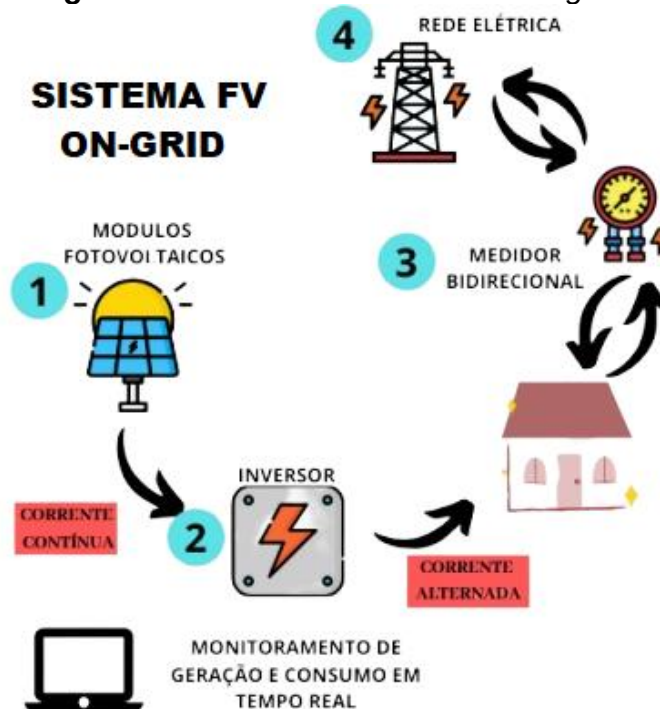
Figura 9a - Sistema Fotovoltaico Off-grid



Fonte: Site “Energês” (2020).³

³ Disponível em: <https://energes.com.br/do-inicio-ao-fim-sistema-solar-fotovoltaico-off-grid/>. Acesso: 17 de maio de 2022.

Figura 9b - Sistema Fotovoltaico On-grid



Fonte: Site “Energês” (2020).⁴

2.3.2 Vantagens e Desvantagens

Quando o assunto é vantagens e desvantagens, a geração distribuída oferece uma quantidade expressiva dos dois lados, já que se tem alguns pontos de vista diferentes. Pontos estes que terão os mais importantes e significativos listados abaixo.

Sendo as vantagens:

- a) a queda do uso de fontes de energia não renováveis;
- b) a qualidade e confiabilidade do fornecimento de tecnologias GD são superiores ao da geração centralizada (BORÉM; VASCONCELOS, 2016);
- c) a possibilidade de redução parcial dos custos com gasto energético para os consumidores residenciais, industriais ou comerciais que possuem alto custo de energia;
- d) a contribuição para o desenvolvimento local (social e econômico), devido ao uso de recursos próprios da região na qual está inserida a instalação elétrica; (OLADE, 2011

⁴ Disponível em: <https://energes.com.br/sistema-solar-on-grid/>. Acesso: 17 de maio de 2022.

apud BORÉM; VASCONCELOS, 2016);

- e) a inexistência da necessidade de apropriação de uma área complementar para a instalação do sistema e, conseqüentemente, não existem valores adicionais específicos, somente para a geração de energia (NARUTO, 2017);
- f) com o item acima, se diminui os impactos ambientais como desmatamento e inundações, e entre outras situações que fazem mal ao planeta;
- g) o aproveitamento de energia não poluente, também chamada de “energia verde”;
- h) ser uma fonte de geração renovável;
- i) a não emissão de Gases do Efeito Estufa - GEE;
- j) o Sistema de Compensação de Energia Elétrica - SCEE;
- k) aumentar as zonas de abastecimento de energia e com isso, minimiza-se os riscos de dependência de uma baixa parcela de usinas para atender uma cidade ou um país inteiro (NARUTO, 2017);
- l) ser economicamente atraente, visto que reduz os custos, adia investimentos em subestações de transformação e em capacidade adicional para transmissão, além de reduzir perdas nas linhas de transmissão e distribuição (HOFF; PEPPER; WENGER, 1996 apud BORÉM; VASCONCELOS, 2016);
- m) a diminuição da subordinação às usinas geradoras centralizadas, mantendo estoques próximos aos centros de carga (COGEN, 2013);
- n) o menor prazo no processo para licenciar e liberar a implantação dos projetos de GD (COGEN, 2013).

Sendo as desvantagens:

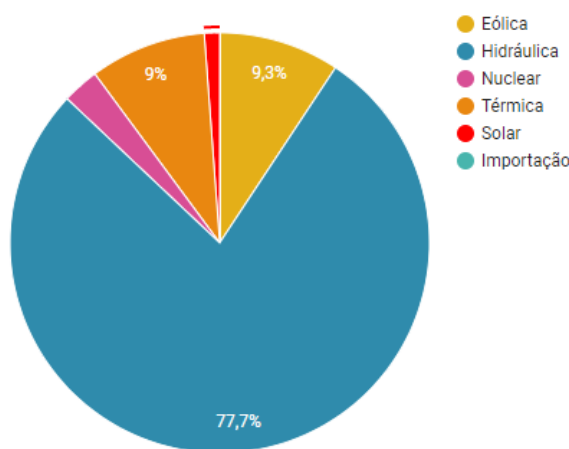
- a) as variações do custo mínimo que será cobrado na tarifa de energia devido a utilização da rede de distribuição local;
- b) o investimento para instalação do sistema GD à rede, que a princípio fica a cargo do seu próprio proprietário (OLADE, 2011 apud BORÉM; VASCONCELOS, 2016);
- c) o tempo de taxa de retorno financeiro às vezes alto devido ao custo do sistema;
- d) as Variações na quantidade de energia gerada a depender da fonte energética instalada;
- e) o aumento na complexidade do planejamento, operação e manutenção do sistema elétrico (INEE, 2016);

- f) os impactos gerados pela GD nas redes de distribuição já existentes, como nos níveis de curto circuito, níveis de tensão, fluxo de potência, confiabilidade, ilhamento, harmônicos, entre outros (BORÉM; VASCONCELOS, 2016);
- g) as dificuldades impostas pelas normas e regulações estabelecidas pelo governo federal e pelas concessionárias locais.

2.3.3 Sistema Solar Fotovoltaico

Atualmente a matriz elétrica brasileira é composta por 77,7 % de energia proveniente de usinas hidrelétricas como mostrado na Figura 10, o que torna a geração sujeita a dependência climática, pois a maioria das usinas utilizam reservatórios de água para produção de energia e nos períodos secos do ano pode sofrer drásticas mudanças diminuindo o nível dos mesmos, levando o sistema hídrico a crises energéticas.

Figura 10 - Matriz elétrica brasileira



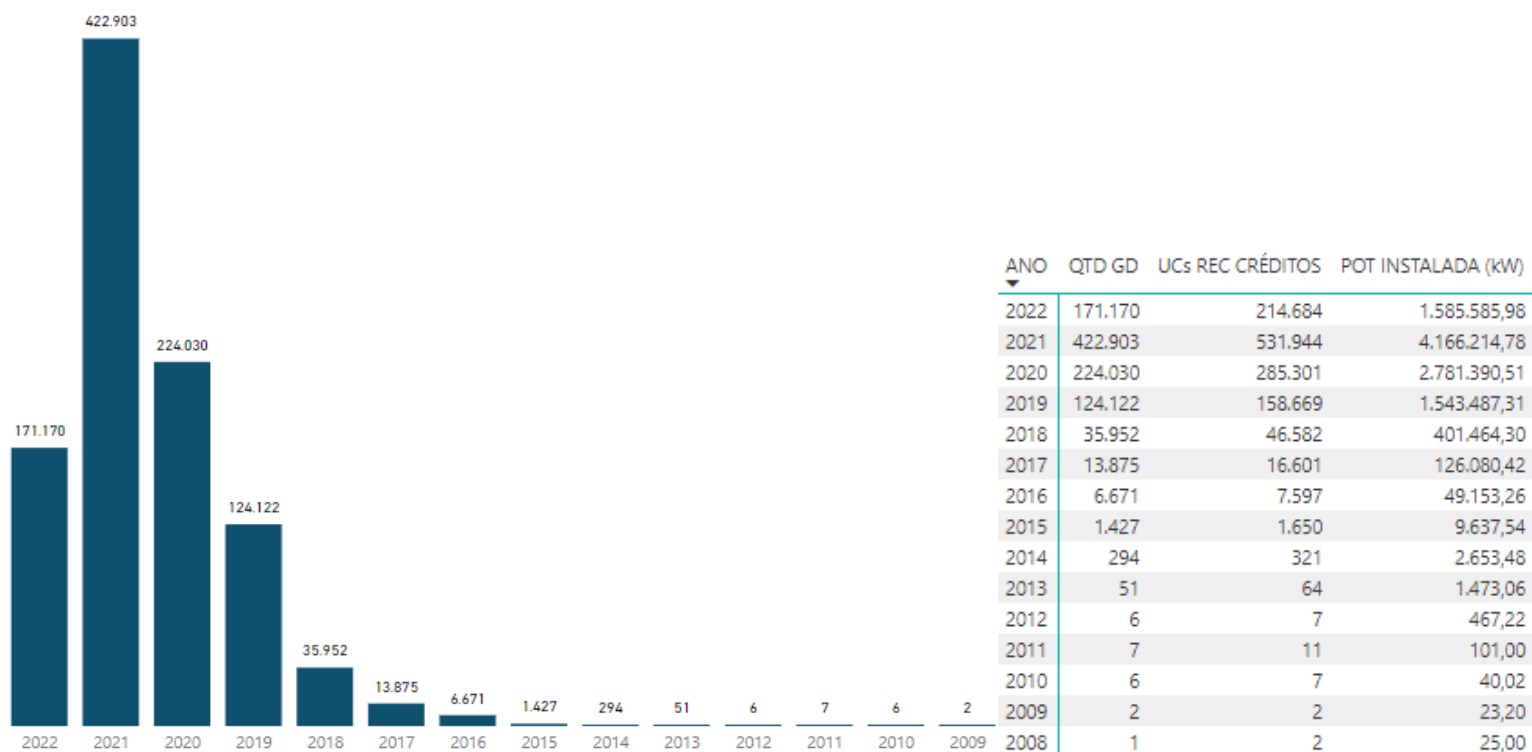
Fonte: ONS (2022).

Certamente a produção de energia elétrica derivada de fontes renováveis tornou-se recursos valiosos para o Brasil e para o mundo. Assim, umas das fontes de energia que vem ganhando destaque nos últimos anos é a energia fotovoltaica, tendo a mesma um papel significativo na expansão da matriz elétrica (INPE, 2017).

É possível observar na Figura 11 o avanço da energia solar nos últimos anos, de tal forma que é perceptível que o número de sistemas de GD instalados é praticamente sistemas fotovoltaicos em sua totalidade, já que o Brasil possui uma localização

vantajosa para tal forma de energia. Este progresso ocorreu por alguns fatores, como por exemplo políticas de incentivo, entre elas o sistema de compensação, onde o excesso de energia que não é consumida fica como crédito para os consumidores abater em faturas adiantes. Outro ponto foi a redução no preço de equipamentos do sistema fotovoltaico, além do baixo custo de manutenção (NARUTO, 2017).

Figura 11 - Quantidade anual de conexão de GD por Sistemas Fotovoltaicos



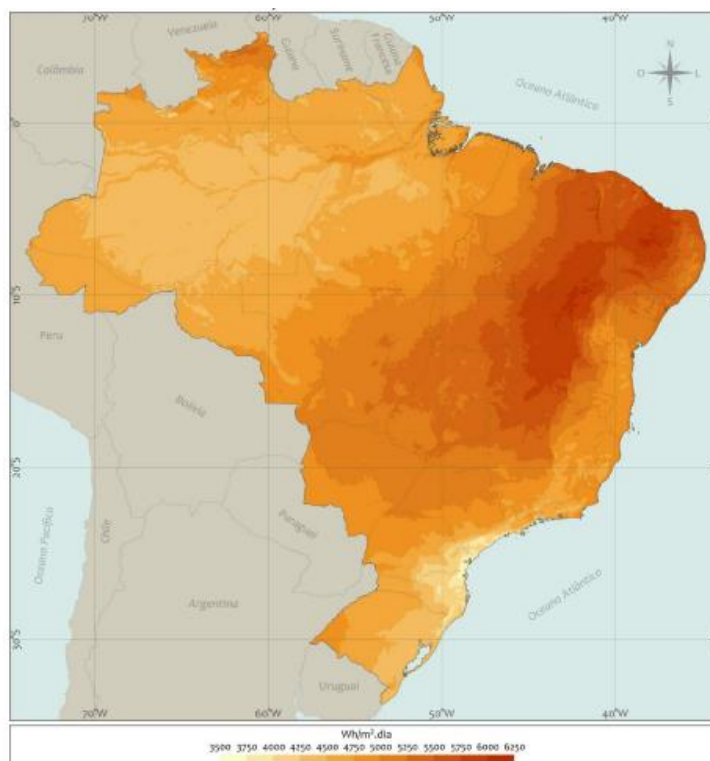
Fonte: "Microsoft PowerBI" ANEEL (2022).⁵

O Brasil possui diferentes características climáticas devido sua longa extensão. Porém, por sua localização tropical, apresenta elevados índices de média anual de irradiação global, como mostra a Figura 12. A região brasileira a qual apresenta os menores valores de radiação solar é a região sul devido a sua maior distância em relação a Linha do Equador. Entretanto se comparado com os valores de irradiação solar dos países europeus, onde a utilização de energias renováveis, com destaque para a energia solar, é amplamente difundida, o sul brasileiro se mostra como um bom candidato para

⁵ Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiY2VmMmUwN2QtYWFiOS00ZDE3LWI3NDMtZDk0NGI4MGU2NTkxliwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9>. Acesso dia 18/05/2022.

aproveitamento de energia solar (INPE, 2017).

Figura 12 - Mapa solarimétrico brasileiro



Fonte: INPE (2017).

Como pode ser notado, a disponibilidade de energia solar no país é vasta e atualmente vem ganhando força. Presentemente, o Brasil atingiu a marca de 1 milhão de unidades geradoras fotovoltaicas instaladas, que são responsáveis pela geração de 10,7 GW (ANEEL, 2022).

Todavia é preciso se atentar a alguns pontos importantes na hora da implantação de um sistema fotovoltaico, pois mesmo que a unidade consumidora gere 100 % da energia consumida pela mesma, a conta de energia não atingirá valor nulo, visto que será cobrado uma taxa mínima pelo custo de disponibilidade para consumidores do grupo B ou demanda contratada para consumidores do grupo A. Eventualmente se houver excedente de geração em relação ao consumo, o mesmo poderá se tornar créditos para faturamento futuros, ou até mesmo sendo compensado em empreendimentos com múltiplas unidades, geração compartilhada ou autoconsumo remoto (ANEEL, 2012).

2.3.4 Regras da Geração Distribuída direcionadas para Sistemas Fotovoltaicos

Segundo a REN nº 687/2015 “A potência instalada da microgeração e da minigeração distribuída fica limitada à potência disponibilizada para a unidade consumidora onde a central geradora será conectada” (ANEEL, 2015), ou seja, a potência da GD fica limitada a potência instalada para consumidores do grupo B e para consumidores do grupo A é restrito a demanda contratada. No caso de locais com múltiplas unidades consumidoras, a capacidade da central geradora será determinada pela potência disponibilizada que atende o empreendimento.

Para solicitar a geração distribuída devem ser seguidos alguns critérios que são encontrados na norma NDU-013 da Energisa. Para essa solicitação de acesso é preciso encaminhar um documento à distribuidora indicando a interligação da GD ao sistema de distribuição, reunindo informações técnicas para análise do sistema, que serão repassadas a ANEEL para cadastro da GD (ENERGISA, 2021).

Para a ligação da GD é preciso enviar alguns documentos à concessionária de energia, tais como:

- a) DRT: Documento de Responsabilidade Técnica onde deve constar a assinatura do responsável técnico e do contratante;
- b) Memorial Descritivo: o memorial descritivo deve incluir as especificações dos equipamentos, dados de ligação (tensão, tipo de isolamento, ramal de ligação etc), descrição do sistema de aterramento, detalhamento das funções de proteções utilizadas;
- c) Projeto elétrico: planta de localização com georreferência com coordenadas em UTM, diagrama unifilar e trifilar do sistema de geração, aterramento, proteção, representação da vista frontal do medidor com ramal de ligação, aterramento, etc;
- d) Lista de unidades consumidoras para o sistema de compensação com enquadramento e porcentagem dos créditos;
- e) Folha de dados dos equipamentos da planta geradora.

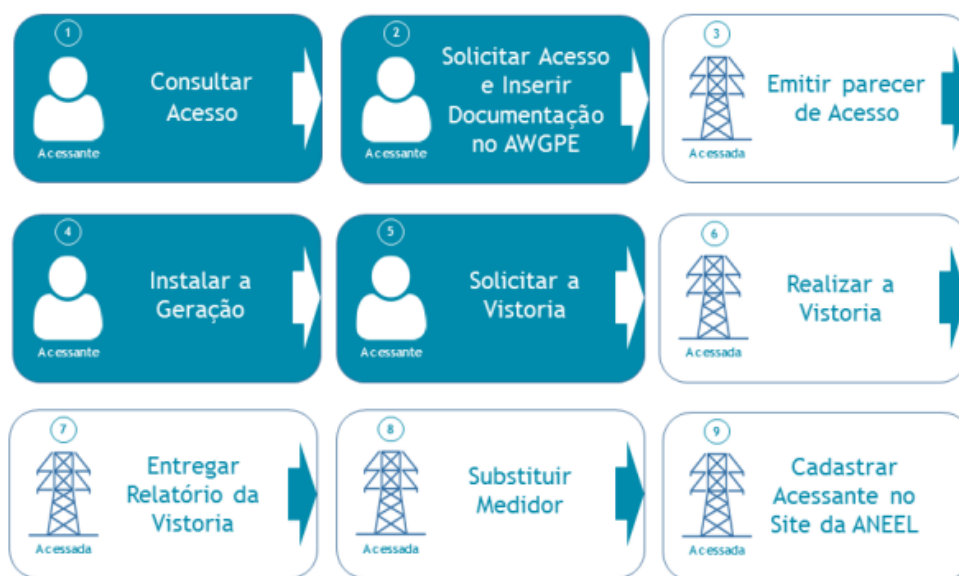
A distribuidora de energia deve disponibilizar o parecer de acesso para o consumidor que deseje realizar o pedido da GD, sendo este um documento com

informações e requisitos para a conexão das instalações. Após a emissão dos documentos poderão ser iniciadas as construções e instalações do sistema.

Assim que concluídas as obras de instalação da geração, o acessante deve requerer a vistoria mediante a concessionária, e caso haja contestações, a distribuidora deverá encaminhar um relatório com as devidas providências a serem corrigidas. E, portanto, não havendo pendências, poderá ocorrer a ligação da central geradora.

A Figura 13 demonstra o passo a passo dos procedimentos necessários para instalar e conectar um sistema de geração à rede de distribuição, mostrando desde o princípio como o consumidor deve proceder para consultar o acesso até o cadastro da GD na ANEEL.

Figura 13 - Fluxo das etapas de acesso de GD ao Sistema de Distribuição



Fonte: ENERGISA (2021).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Tipo de pesquisa

Este projeto tem por propósito estudar mudanças possíveis que visam tornar a reitoria do IFTO mais econômica de um ponto de vista energético por meio de uma implantação do método tarifário mais viável para a localidade.

Com base neste breve objetivo, a classificação de pesquisa para execução deste trabalho foi estabelecida como estudo de caso e pesquisa bibliográfica. Segundo VENTURA (2007), “como qualquer pesquisa, o estudo de caso é geralmente organizado em torno de um pequeno número de questões que se referem ao como e ao porquê da investigação”. Já de acordo com GIL (2002), pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

Este trabalho também inclui pesquisa aplicada com perfil descritivo e exploratório, com o objetivo de empregar soluções a problemas na prática, utilizando análises que facilitem a compreensão do tema proposto sob diferentes ângulos e aspectos. A abordagem utilizada será a quantitativa, ao qual busca compreender os fenômenos a partir da tradução dos dados em métricas e números. Ou seja, a análise é feita a partir da quantificação dos dados. Para isso, costuma-se usar gráficos, tabelas e porcentagens.

3.2 Coleta de dados

Para a coleta de dados será utilizado o método de estudo de caso, onde será preciso ter contato direto com o engenheiro eletricista da reitoria do IFTO para solicitar informações como: a potência total instalada no local, a potência instalada por unidade consumidora, conta de energia, etc. Isso é necessário para levantar o máximo de informações de gastos atuais da área com eletricidade.

Já a pesquisa bibliográfica será proveniente de dados coletados em livros, periódicos, artigos científicos, TCCs e legislações pertinentes ao assunto abordado, como por exemplo a Resolução Normativa nº 1000 de 2021 que Estabelece as Regras

de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica; a Resolução Normativa nº 1003 de 2002 que Aprova a estrutura e os Submódulos dos Procedimentos de Regulação Tarifária – PRORET; a Resolução Normativa nº 482 de 2012 que Estabelece as condições gerais para o Acesso de Microgeração e Minigeração Distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica; e as Resoluções Normativas nº 687 de 2015 e 786 de 2017 que atualizam a REN nº 482, com a intenção de apresentar sobre os métodos que foram expostos no objetivo deste trabalho.

A utilização da metodologia estudo de caso do projeto pretende realizar as propostas relatadas no desenvolvimento deste trabalho. Assim, será plausível executar uma avaliação técnica/econômica para verificar a viabilidade da aplicação dos mesmos. O estudo de caso será feito para a reitoria do Instituto Federal, situada no município de Palmas, capital do estado do Tocantins.

3.3 Tratamento e análise de dados

Com base nas informações que serão obtidas na coleta de dados, poderá ser iniciado um estudo de caso no qual será abordado três modalidades de estudo para a localidade, sendo elas: atualização da tarifa no grupo B, de convencional para tarifa horária branca; mudança de grupo tarifário de grupo B para grupo A, com instalação de uma subestação particular e implementação de um sistema solar fotovoltaico.

Para o tratamento e análise de dados coletados, será utilizado o software *Microsoft Excel* para criação de tabelas e gráficos. A princípio, cada método será analisado e tratado de maneira diferente, a fim de organizar melhor as informações. Com isso será possível determinar qual método será mais viável do ponto de vista técnico e econômico.

3.4 Análise comparativa dos estudos

Após toda a análise de dados dos três casos, será necessário o levantamento de custo de cada um deles, onde passará a ser possível, com uma análise comparativa, visualizar qual dos métodos ficará mais viável de forma técnica e econômica. A

viabilidade econômica deverá ser realizada por meio de uma comparação entre a aplicação do capital inicial e o retorno financeiro diante dos valores economizados.

As equações que serão aplicadas para calcular essa viabilidade econômica considerando o valor do dinheiro no decorrer do tempo são:

- a) VPL (Valor Presente Líquido): “considera o valor temporal do dinheiro, não é influenciado por decisões menos qualificadas, utiliza todos os fluxos de caixa futuros gerados pelo projeto, refletindo toda a movimentação de caixa.” (FONSECA; BRUNI, 2003).

Se o VPL for negativo, o investimento deve ser recusado. Vale a pena se for positivo, podendo ser aceito. O VPL pode ser calculado conforme a Equação 14.

$$VPL = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+k)^i} \quad (14)$$

Onde,

C_i = fluxo de caixa futuro na data i ;

k = custo médio ponderado de capital;

i = período correspondente ao fluxo de caixa.

- b) TIR (Taxa Interna de Retorno): “é uma taxa intrínseca do projeto, dependendo apenas dos fluxos de caixa projetados. É a taxa que remunera o investimento e que torna nulo o valor presente líquido dos fluxos de caixa” (FONSECA; BRUNI, 2003). Isto é, é a taxa que iguala o VPL de um projeto a zero.

A TIR pode ser calculada de acordo com a Equação 15.

$$0 = -Vi + \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{1+(TIR)^i} \quad (15)$$

Onde,

Vi = valor do investimento;

FC = fluxo de caixa.

Segundo FONSECA e BRUNI (2003), a TIR calculada precisará ser comparada com a taxa de desconto no instante da definição do investimento. Para este projeto ser viável, a TIR deverá ser maior do que o custo de oportunidade. Deste modo, temos como regra geral para investimento:

TIR > taxa de desconto → viável

TIR = taxa de desconto → indiferente

TIR < taxa de desconto → inviável

Associando ao VPL, temos:

TIR > taxa de desconto → VPL positivo

TIR = taxa de desconto → VPL nulo

TIR < taxa de desconto → VPL negativo

c) Payback descontado: “considera o valor temporal do dinheiro, ou seja, atualiza os fluxos futuros de caixa a uma taxa de aplicação no mercado financeiro, trazendo os fluxos a valor presente, para depois calcular o período de recuperação” (FONSECA; BRUNI, 2003). Porém é inapropriado cogitar este método como definição de investimento, já que não considera os fluxos de caixa após o período de recuperação.

O Payback descontado pode ser calculado através da Equação 16.

$$PBd = \frac{FV}{(1+i)^n} \quad (16)$$

Onde,

FV = valor futuro;

i = taxa de desconto;

n = período.

Após ser realizado a análise comparativa entre os três métodos, utilizando as três equações apresentadas para viabilidade econômica, será possível determinar qual é mais viável e quais as formas para a implantação deste na reitoria.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Apresentação da Reitoria

A Reitoria é o órgão executivo que representa o IFTO, cabendo-lhe a administração, a coordenação e a supervisão de todas as atividades dos onze *campi* espalhados pelo estado. Para o exercício das suas atividades, a Reitoria conta com o reitor, as Pró-Reitorias de Ensino, Extensão, Administração, Assuntos Estudantis e Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, as Diretorias de Comunicação, Gestão de Pessoas, Infraestrutura e Tecnologia, além também de Auditoria Interna e Procuradoria Federal. A Figura 14 ilustra a fachada do prédio.

Figura 14 - Fachada da Reitoria do Instituto Federal do Tocantins



Fonte: IFTO (2020).

4.2 Levantamento de dados da Reitoria

A Reitoria, atualmente, é atendida por medição agrupada com 10 unidades consumidoras em baixa tensão. Ao serem levantadas as faturas de energia dos últimos quatro anos do local, foi observado que para um estudo mais real, é necessário se basear

no histórico de consumo do ano de 2019. Isso se dá devido os anos de 2020 e 2021 terem sido o período de pandemia da covid-19, o que ocasionou uma brusca queda no consumo, e 2022 não ter sido finalizado faz com que não seja possível realizar um estudo completo. Na Tabela 5, vemos os números que foram levantados do local de estudo.

Tabela 5 - Histórico de consumo em kWh da Reitoria no ano de 2019

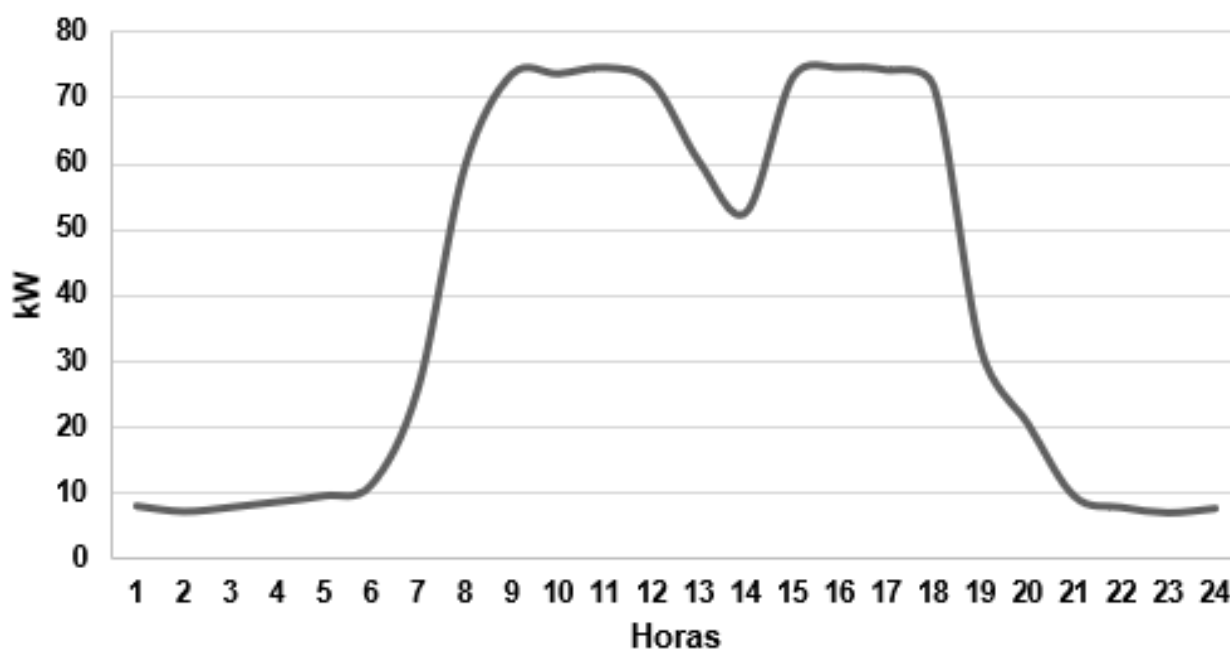
Mês	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
dez./19	1216	2495	1696	3551	992	2774	1125	1931	2683	3
nov./19	1246	2476	2059	3475	2339	2837	1094	1796	2761	3
out./19	1366	2572	3019	3724	2386	3283	1418	1993	3016	0
set./19	1691	3103	1595	4005	1596	3905	1804	2166	3727	0
ago./19	1424	2419	2314	3858	1984	3530	1574	1980	2970	0
jul./19	1278	2534	3230	3623	1755	3200	1306	1759	3136	0
jun./19	1455	2551	3338	3772	2021	3497	1703	1923	3248	0
mai./19	1340	2821	2833	4010	1959	3437	1494	1686	2990	0
abr./19	1154	2479	1880	3368	1492	2827	1080	1490	2475	0
mar./19	948	2315	1061	3232	1258	2658	966	1349	2131	8
fev./19	1164	2416	1282	3420	1436	2817	1217	1684	2401	2
jan./19	1034	2370	1343	3472	790	2562	1075	1455	2270	0

Fonte: AUTORES (2022).

Para a realização do estudo na reitoria, faz-se necessário determinar uma estimativa da curva de carga do local. Segundo o estudo realizado e publicado por FRANCISQUINI (2006), através de medições com equipamentos apropriados, foi possível realizar uma análise estatística e determinar o perfil para as diferentes subclasses de consumo, em virtude disso a curva de carga deste tipo de consumidores é representada por uma maior demanda durante o horário comercial, apresentando um declive no horário de almoço. Horários fora do comercial são marcados pelo baixo consumo, sendo apenas por iluminação e climatização.

Coletando os dados de consumo mensal, foi possível determinar o valores seguindo a curva de carga, fazendo o cálculo do consumo médio diário da reitoria e distribuído ao longo do dia através do método do FRANCISQUINI.

À vista disso, obteve-se uma previsão da curva de carga do local de estudo, ilustrada da Figura 15.

Figura 15 - Curva de Carga do Consumo Diário da Reitoria

Fonte: AUTORES (2022).

4.3 Enquadramento do contrato de tarifa de energia

A partir dos dados coletados por meio das dez faturas de energia da Reitoria, constatou-se a modalidade tarifária da edificação, bem como seu consumo, como especificado na Tabela 6. O consumo médio foi calculado a partir da soma de todos os medidores instalados e calculando a média aritmética dos 12 meses do ano de 2019. Verificou-se também, para fins de conhecimento do perfil de consumo, que o horário de funcionamento do local é das 08:00 às 18:00.

Tabela 6 - Características do fornecimento e consumo de energia elétrica da edificação

Edificação pública	Reitoria - IFTO
Grupo/Subgrupo	Convencional Baixa Tensão - B3
Classe/Subclasse	Poder Público
Ligação	Trifásico
Consumo Médio Mensal (kWh)	20.271,167
Horário de funcionamento	8:00 – 18:00 (Segunda à Sexta)

Fonte: AUTORES (2022).

A tarifação de energia desta unidade consumidora, conforme apresentada na Seção 2.2, é composta apenas por um preço único a ser pago pelo consumo de energia, independente do horário do dia. Portanto, as tarifas aplicadas pela concessionária local, Energisa Tocantins (ETO), em conformidade com a Resolução Homologatória nº 3.054, de 28 de junho de 2022, estão expressas na Tabela 7. A partir das análises das faturas de energia, determinaram-se os valores das tarifas com impostos para desenvolver cálculos mais concretos.

Tabela 7 - Tarifas de energia elétrica BT (convencional e branca) da concessionária ETO

Tarifa BT - B3	Valor da Tarifa (R\$/kWh)	Valor da Tarifa com Impostos (R\$/kWh)
Convencional	0,76174	0,96504
Branca (Ponta)	1,76798	2,23972
Branca (Intermediário)	1,10798	1,40369
Branca (Fora Ponta)	0,60798	0,77024

Fonte: ENERGISA (2022).

Conforme o observado na Tabela 7, as tarifas das modalidades convencional e branca apresentam valores bem diferentes. A tarifa branca no seu horário fora ponta é 20,19% menor que a tarifa convencional, já no seu horário intermediário e ponta são,

respectivamente, 45,45% e 132,09% maiores.

Já na Tabela 8, ao qual também está em conformidade com a Resolução Homologatória nº 3.054, de 28 de junho de 2022, são apresentados os valores com impostos da tarifa horária verde do grupo A, sendo que a Reitoria se encaixa no subgrupo A4, categoria de serviço público.

Tabela 8 - Tarifas de energia elétrica AT (horária verde) da concessionária ETO

Subgrupo	Classes	Demanda (R\$/kWh)		Ultrapassagem		Consumo (R\$/kWh)	
		Ponta	Fora Ponta	Ponta	Fora Ponta	Ponta	Fora Ponta
A3A (30KV A 44KV)	DEMAIS CLASSES	-	53,54891	-	107,09781	3,22229	0,46931
	RURAL	-	52,46767	-	107,09781	3,15783	0,45991
	RURAL IRRIGAÇÃO	-	52,46767	-	107,09781	3,15783	0,09386
	SERVIÇO PÚBLICO	-	51,94091	-	107,09781	3,12562	0,45523
A4 (13,8 KV)	DEMAIS CLASSES	-	53,54891	-	107,09781	3,22229	0,46931
	RURAL	-	52,46767	-	107,09781	3,15783	0,45991
	RURAL IRRIGAÇÃO	-	52,46767	-	107,09781	3,15783	0,09386
	SERVIÇO PÚBLICO	-	51,94091	-	107,09781	3,12562	0,45523

Fonte: ENERGISA (2022).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos objetivos específicos deste trabalho, foram citados os principais focos deste estudo, ao qual agora terão seus resultados abordados nos tópicos a seguir, onde, logo após, será realizada uma análise comparativa para determinar qual o método de tarifação abordado é mais viável.

5.1 Migração para tarifa branca

Para análise de viabilidade econômica com alteração da tarifa convencional para a tarifa branca, fez-se necessário analisar o gráfico da curva de carga apresentado na Figura 15 e os valores das tarifas apresentados na Tabela 7 para determinação dos valores de consumo, levando em consideração o ambiente e horário de trabalho juntamente com uma estimativa de consumo para clientes de grupo comercial.

Na Tabela 9 será possível observar os valores de consumo médio mensal calculados com base nos dados da Tabela 5, os valores das tarifas e postos tarifários já com os impostos inseridos que são definidos pela concessionária local, e o total, que é a multiplicação da tarifa pelo consumo. Também será analisada qual das tarifas será mais viável.

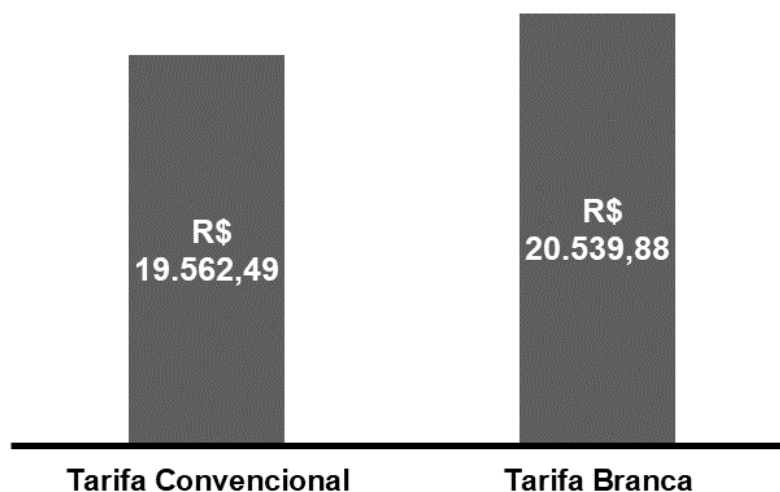
Tabela 9 - Análise de consumo para tarifa horária branca

	Consumo Total (KWh)	Valor da Tarifa (R\$)	Total (R\$)	Fatura Total (R\$)
Tarifa Convencional	20271,16667	R\$ 0,96504	R\$ 19.562,49	R\$ 19.562,49
Tarifa Branca (Ponta)	2588,627983	R\$ 2,23972	R\$ 5.797,80	
Tarifa Branca (Intermediario)	1771,699967	R\$ 1,40369	R\$ 2.486,92	R\$ 20.539,88
Tarifa Branca (Fora Ponta)	15910,83872	R\$ 0,77024	R\$ 12.255,16	

Fonte: AUTORES (2022).

Após analisar a Tabela 9, pode-se perceber que não é viável migrar de tarifa convencional para tarifa horária branca, já que a última aponta um aumento de 4,996% em relação a primeira, equivalente a cerca de R\$ 977,39 gastos a mais mensalmente, sendo R\$ 11.728,68 por ano. Na figura 16 é perceptível a diferença.

Figura 16 - Gráfico comparativo: Tarifa Convencional vs Tarifa Branca



Fonte: AUTORES (2022).

5.2 Migração para grupo A, tarifa horossazonal verde

Para análise de viabilidade econômica com alteração da tarifa convencional no grupo B para a tarifa horária verde no grupo A, tornou-se preciso levantar orçamento para a construção de uma subestação ao qual atenderia a Reitoria e todo o seu consumo, além de ser necessário analisar os valores das tarifas apresentados na Tabela 8 para determinação dos valores finais de consumo, levando em consideração a demanda contratada e os horários tarifários.

Com o propósito de realizar um breve orçamento para a instalação de uma subestação particular no local, com todos os equipamentos necessários, foi repassado a empresa Fitee Engenharia que será preciso a instalação um trafo de 112,5 kVA para atender a área da Reitoria.

Na Tabela 10 é possível visualizar este orçamento e quais itens para a subestação estão incluídos.

Tabela 10 - Valores da Subestação a ser instalada

Itens da Subestação	Valor Unitário
Chaves seccionadoras, fusíveis, barramentos e isoladores	-
Transformador 112,5kVA, 13,8/0,38kV	R\$ 20.000,00
Estruturas (postes, placas de estai e caixa de inspeção)	-
Materiais poliméricos (cruzetas)	-
Cabos de média tensão e miscelâneas para o ramal de rede elétrica de entrada em 13,8kV	-
Cabos de baixa tensão, hastes, conexões e materiais para a malha de aterramento do posto de transformação	-
Valor Total	R\$ 100.000,00

Fonte: AUTORES (2022).

Após analisar a Tabela 10, é indispensável realizar o cálculo do gasto com energia elétrica caso fosse aderida a mudança tarifária para grupo A, tarifa horária verde. Na Tabela 11 é possível visualizar esse cálculo, considerando uma demanda contratada de 82,56 kW que é o valor pico de consumo. Assim como na tarifa branca, utilizou-se a curva de carga (Figura 15) para determinar o valor de consumo no horário ponta e fora de ponta, para em seguida quantificar o valor estimado gasto em cada horário.

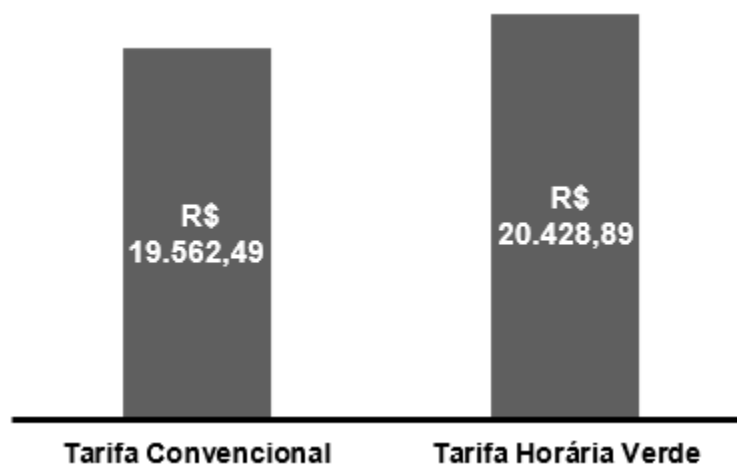
Tabela 11 - Análise de consumo para tarifa horossazonal verde

	Potência (kW)	Valor da Tarifa (R\$)	Total (R\$)
Demanda Contratada	82,56	R\$ 51,94091	R\$ 4.288,2419
Tarifa horaria Verde (Ponta)	2588,62798	R\$ 3,12562	R\$ 8.091,0612
Tarifa horaria Verde (Fora Ponta)	17682,53869	R\$ 0,45523	R\$ 8.049,5881
Fatura Total (R\$)			R\$ 20.428,89

Fonte: AUTORES (2022).

Após realizar o estudo do valor total da conta de energia em eventual mudança para tarifa verde, observou que o valor final da fatura ficará cerca de R\$ 900 reais mensais mais caro que o valor na tarifa convencional, assim como demonstrado na Figura 17, o que representa 4,428% acima da fatura de energia atual da reitoria.

Figura 17 - Gráfico comparativo: Tarifa Convencional vs Tarifa Horária Verde



Fonte: AUTORES (2022).

5.3 Inserção de um sistema solar fotovoltaico

5.3.1 Mantendo a tarifação da Reitoria em Grupo B, tarifa convencional

Para análise de viabilidade econômica de inserção de um sistema solar fotovoltaico, fez-se necessário levantar orçamentos com empresas que trabalham com tal serviço e, através destes, escolher a empresa mais barata para realização do estudo.

Com o objetivo de efetuar o orçamento, para as empresas de energia solar foram repassados os valores do histórico de consumo da Reitoria no ano de 2019, conforme Tabela 5, e, a partir disso, foram geradas as propostas comerciais que atendessem o consumo médio de energia local.

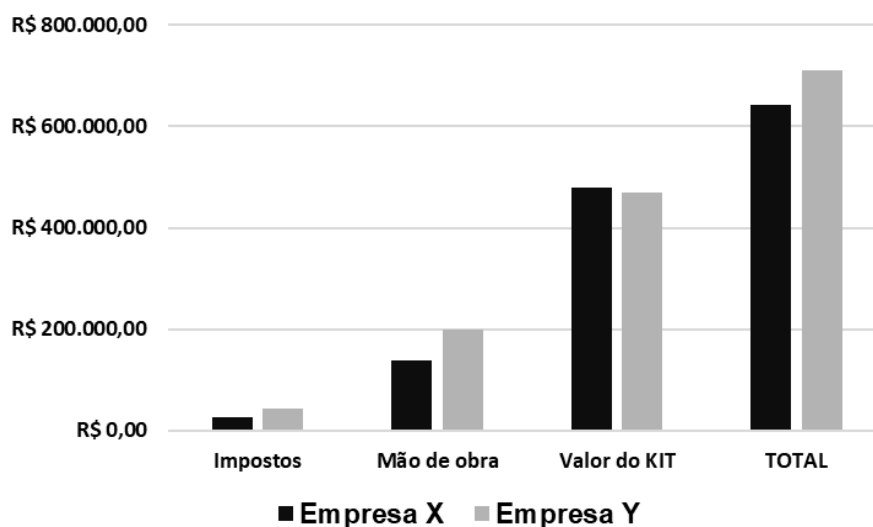
Na Tabela 12 é possível observar os dados principais das propostas comerciais de dois empreendimentos do ramo, sendo todos estes com sede em Palmas-TO.

Tabela 12 - Valores comparativos do sistema solar fotovoltaico a ser instalado

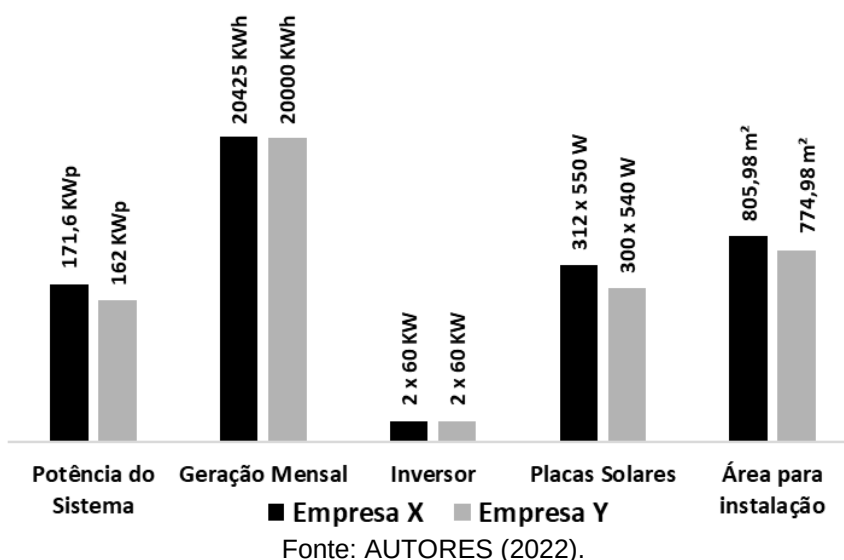
Dados do Sistema Fotovoltaico	Empresa X	Empresa Y
Potência do Sistema	171,6 kWp	162 kWp
Geração Mensal	20425 kWh	20000 kWh
Inversor	2 x 60 kW	2 x 60 kW
Placas Solares	312 x 550 W	300 x 540 W
Área para instalação	805,98 m ²	774,98 m ²
Valor do KIT	R\$ 478.885,34	R\$ 468.491,00
Impostos	R\$ 27.483,22	R\$ 42.600,00
Mão de obra	R\$ 137.296,08	R\$ 198.909,00
TOTAL	R\$ 643.664,64	R\$ 710.000,00

Fonte: AUTORES (2022)

Posteriormente à avaliação da Tabela 12, é possível perceber que a Empresa X é a que possui valores mais viáveis na proposta. Porque além de estar com o preço mais barato, possui maior geração mensal de energia e maior potência do sistema através de mais placas solares, se comparada a Empresa Y. Nas Figuras 18a e 18b é possível observar como se comporta essa diferença dos valores apresentados.

Figura 18a - Gráfico comparativo: Empresa X vs Empresa Y

Fonte: AUTORES (2022).

Figura 18b - Gráfico comparativo: Empresa X vs Empresa Y

Para estimar o valor anual de economia que será gerado caso seja adotada a opção de instalar um sistema solar fotovoltaico, é necessário considerar um sistema solar ideal, ao qual iria zerar o valor consumido de energia e seria cobrada apenas as taxas mínimas necessárias das unidades consumidoras, além de mais alguns impostos remanescentes da TUSD da energia trocada com a rede.

A taxa mínima de uma conta de energia, de acordo com a ENERGISA (2022d), é: “a taxa do custo de disponibilidade, conforme o art. 98 da Resolução 414/2011 da ANEEL, é o valor mínimo faturável, aplicável ao faturamento de unidades consumidoras do Grupo ‘B’, de acordo com os limites fixados por tipo de ligação, sendo monofásica, bifásica ou trifásica”. No local de estudo o tipo de instalação é trifásico, e, conforme definição da ETO, será cobrado o valor em moeda corrente equivalente a 100 kWh.

Para compor a tarifa mínima da conta de energia, têm-se ainda os impostos e a Contribuição de Iluminação Pública (CIP). Os impostos, neste trabalho, estão já sendo considerados dentro do valor de R\$ 0,96504 a cada 1 kWh. Já sobre a CIP, a ENERGISA (2022b) afirma que: “é um tributo definido no art. 149-A da Constituição Federal de 1988 e a instituição da contribuição e seus respectivos valores são estabelecidos para cada localidade através de Leis e Decretos Municipais”.

Na Tabela 13 é possível observar as taxas a serem cobradas e o valor de economia anual com a energia na Reitoria, caso seja instalado o sistema solar.

Tabela 13 - Valor anual de economia

	Valor da Taxa	Valor mensal (10 UC's)	Valor anual
Consumidor trifásico (100 kWh)	R\$ 96,50	R\$ 965,00	R\$ 11.580,00
Iluminação pública	R\$ 153,80	R\$ 1.384,20	R\$ 16.610,40
		Valor Taxa Mínima	R\$ 28.190,40
		Valor Atual	R\$ 231.667,50
		Economia Anual	R\$ 203.477,10

Fonte: AUTORES (2022).

Com o valor da Economia Anual, é possível realizar o cálculo dos investimentos e retornos. Para isso, foi considerado o valor da proposta com o menor custo no total de R\$ 643.700,00 sendo assim o investimento inicial do projeto para instalação do sistema fotovoltaico. A fim de comparação com outros investimentos fez-se necessário o uso de uma taxa de atratividade, na qual a escolhida foi a taxa selic no presente momento que está cotada em 13,75%. O tempo de retorno utilizado para base de cálculos foi de 5 anos, assim como descrito na Tabela 14.

Tabela 14 - Cálculo retorno do Investimento

Período (Ano)	Fluxo de Caixa	Valor Presente	Payback Descontado
0	-R\$ 643.700,00	-R\$ 643.700,00	-R\$ 643.700,00
1	R\$ 203.477,10	R\$ 178.880,97	-R\$ 464.819,03
2	R\$ 203.477,10	R\$ 157.257,99	-R\$ 307.561,04
3	R\$ 203.477,10	R\$ 138.248,79	-R\$ 169.312,25
4	R\$ 203.477,10	R\$ 121.537,39	-R\$ 47.774,86
5	R\$ 203.477,10	R\$ 106.846,06	R\$ 59.071,20
6	R\$ 203.477,10	R\$ 93.930,60	R\$ 153.001,80

Payback Descontado	R\$ 153.001,80
TIR	22,04%
Taxa de lucratividade	1,238
Tempo de Payback	4,447

Fonte: AUTORES (2022).

Considerando o intervalo de análise pode constatar-se que o projeto se mostrou rentável ao final dos 5 anos, onde a Taxa Interna de Retorno provou-se ser maior que a

taxa selic, conseqüentemente o valor do VPL foi positivo. Quanto ao tempo de compensação o projeto apresentou um valor baixo de aproximadamente 4 anos e 5 meses. Desta forma, o projeto é considerado economicamente viável.

5.3.2 Migrando a tarifação da Reitoria para Grupo A, tarifa horária verde

Para a análise da inserção de um sistema solar fotovoltaico após ter sido atualizada a tarifação do local para grupo A, foi observado que a concessionária de energia limita a potência do inversor a ser a mesma de demanda contratada, que é de 82,56 kVA. Também foi estudado que, para suprir todo o consumo da reitoria, teria que ser instalado um sistema fotovoltaico com no mínimo 170 kVA de potência.

Devido a essas limitações, chegou-se a conclusão que não é viável a instalação de uma usina que vai gerar energia e abater apenas uma parte da conta no horário fora ponta, pois o sistema fotovoltaico estará gerando energia no período diurno. Já no horário ponta, o sistema apresenta geração baixa ou nula, levando ao consumo da energia da concessionária, tendo a mesma um valor mais elevado durante o período.

5.4 Análise geral da viabilidade técnica e econômica para a melhor situação dentre as estudadas

Realizando-se uma comparação dos três estudos principais abordados, têm-se que a mudança tarifária dentro do grupo B, de convencional para tarifa branca é inviável, conforme dados apresentados na Tabela 9. De igual modo na possibilidade de adesão ao grupo A, tarifa horossazonal verde, também foi constatado a inviabilidade de aderir tal opção de acordo com as informações demonstradas na Tabela 11 e na Figura 16, além dos 110 mil reais a serem investidos para a construção da subestação particular. Já os cálculos para a inserção de um sistema solar fotovoltaico com tarifação em grupo A nem foram realizados, pois a potência do sistema seria limitada pela demanda contratada e essa não atenderia todo o consumo da reitoria.

O terceiro e último estudo é o único viável dentre todos analisados, ao qual se refere a instalação de um sistema solar fotovoltaico, mantendo-se a tarifação

convencional do grupo B. Este possui tempo de retorno do investimento dentro de 5 anos, para um sistema que tem duração estimada em 25 anos com funcionamento de até 80% do seu desempenho original.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As discussões sobre eficiência energética vem ganhando cada vez mais espaço nas políticas públicas e privadas, o conceito de eficiência energética está atribuído à capacidade de realizar serviços, transporte, iluminação etc, com a menor quantidade de energia possível MENKES (2004). Nessa finalidade diversos países fundaram instituições para melhorar, incentivar e promover a utilização de energia consciente e renovável.

O governo Federal através do Decreto Nº 10.779, de 25 de agosto de 2021, estabelece medidas de redução de consumo de energia no que diz respeito às partições da administração pública Federal, evidenciando recomendações com o intuito de melhorar os ambientes e conseqüentemente diminuir os gastos com energia.

Ficou evidenciado no estudo de caso que através de investimentos feitos pelas instituições públicas, podem levar a uma economia anual de milhares de reais, possibilitando que recursos que são destinados a contas de energia possam ser remanejados para outras aplicações.

Pode-se notar que o trabalho abordou diferentes casos, tentando ampliar as possibilidades de economia na Reitoria através de projetos atualizados ou mudanças tarifárias que beneficiam o local de estudo, mas sem deixar de lado a importância da conscientização dos usuários e funcionários de modo a garantir a eficiência energética do local.

Por conseguinte, este TCC reuniu estudos comparativos e abordagens com o propósito de auxiliar e recomendar a adesão do sistema solar fotovoltaico com tarifação em grupo B, que neste projeto se mostrou o mais viável técnico e economicamente ao longo do tempo, proporcionando a diminuição dos gastos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRADEE. **Tarifas de Energia**. 2020. Disponível em: <https://www.abradee.org.br/setor-de-distribuicao/tarifas-de-energia/>. Acesso em: 01 maio 2022.

ADAM, Luiza Aguiar. **Estudo do Impacto de Geração Distribuída Fotovoltaica em Pequenos Sistemas de Distribuição**. 2017. 60 f. TCC (Graduação em Engenharia de Energia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/183125/Tcc_Luiza%20Aguiar%20Adam.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 15 maio 2022.

ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. Brasília, 3. ed. 2008. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2022.

ANEEL. **Geração Distribuída**. 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao-distribuida>. Acesso em: 18 maio 2022.

ANEEL. **Geração: consulte nesta página os relatórios e indicadores relacionados ao segmento de geração de energia elétrica**. 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/relatorios-e-indicadores/geracao>. Acesso em: 16 maio 2022.

ANEEL. **Módulo 7: estrutura tarifária das concessionárias de distribuição**. 2022c. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren20221003_Proret_Submod_7_1_V2_5C.pdf. Acesso em: 06 maio 2022.

ANEEL. **Resolução Normativa Aneel Nº 1.003**. 2022d. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20221003.pdf>. Acesso em: 05 maio 2022.

ANEEL. **Resolução Normativa Aneel Nº 1.008**. 2022e. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20221008.pdf>. Acesso em: 05 maio 2022.

ANEEL. **Resolução Normativa Nº 1000**. 2021. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2022.

ANEEL. **Resolução Normativa Nº 414**. 2012. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414comp.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2022.

ANEEL. **Resolução Normativa Nº 482**. 2012. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 09 maio 2022.

ANEEL. **Resolução Normativa Nº 687**. 2015. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em: 10 maio 2022.

ANEEL. **Resolução Normativa Nº 733**. 2016. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/23532512/do1-2016-09-12-

resolucao-normativa-n-733-de-6-de-setembro-de-2016-23532390. Acesso em: 07 maio 2022.

ANEEL. **Resolução Normativa Nº 786**. 2017. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2017786.pdf>. Acesso em: 10 maio 2022.

ANEEL. **Sobre Bandeiras Tarifárias**. 2022f. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/bandeiras-tarifarias>. Acesso em: 13 maio 2022.

ANEEL. **Tarifa Branca**. 2022g. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/tarifa-branca>. Acesso em: 02 maio 2022.

ANEEL. **Tarifas e Informações Econômico-Financeiras**. 2022h. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/relatorios-e-indicadores/tarifas-e-informacoes-economico-financeiras>. Acesso em: 22 out. 2022.

ARAÚJO, Larissa. **Inserção no Mercado Livre e Adequação Tarifária: Um estudo de caso de uma indústria do setor alimentício**. 2019. 49 f. TCC (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019. Disponível em: https://www.ufjf.br/eletrica_energia/files/2016/11/TCC-Larissa-Araujo-Final.pdf. Acesso em: 15 abr. 2022.

BORÉM, Luiz Eduardo de Paula L. M.; VASCONCELOS, Rafael Andrade de. **Análise do Impacto da Geração Distribuída na Estabilidade Transitória**. 2016. 62 f. TCC (Graduação em Engenharia de Energia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: <https://fga.unb.br/articles/0001/6872/TCCultversaoLuizeRafael.pdf>. Acesso em: 20 maio 2022.

BRASIL. **Decreto nº 10.779**, de 25 de agosto de 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Decreto/D10779.htm#art6. Acesso em: 12 nov. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 7.246**, de 28 de julho de 2010. Brasil, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7246.htm. Acesso em: 08 maio 2022.

BRASIL. **Lei nº 10.848**, de 15 de março de 2004. Brasil, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.848.htm. Acesso em: 06 maio 2022.

BRASIL. **Lei nº 14.300**, de 06 de janeiro de 2022. Brasil, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2022/Lei/L14300.htm#art33. Acesso em: 06 maio 2022.

CAFISSO, Hector Rodolfo. **Análise do Impacto da Inserção de Geração Distribuída de Fonte Solar em Circuitos de Baixa Tensão**. 2021. 105 f. TCC (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/224092/TCC%20-%20Hector%20Rodolfo%20Cafisso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 maio 2022.

CALABRÓ, Leonardo. **Geração Distribuída: Novo Ciclo de Desenvolvimento**. São Paulo: Fórum Cogen, 2013. 30 slides, color. Disponível em: https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/27578/13.%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20distribu%C3%ADda_novo%20ciclo%20de%20desenvolvimento.pdf. Acesso em: 19 maio 2022.

CARVALHO, Thiago. **Um estudo de caso sobre tarifação de energia elétrica visando sua utilização racional no centro de tecnologia da UFRJ**. 2012. 50 f. TCC (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10005191.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2022.

COPEL. **Tarifas de Energia Elétrica**. 2022. Disponível em: <https://www.copel.com/site/copel-distribuicao/tarifas-de-energia-eletrica/#>. Acesso em: 23 out. 2022.

ENERGISA. **A Energisa Cobra Taxa de Assinatura ou de Disponibilidade?** 2022a. Disponível em: <https://www.energisa.com.br/ajuda/paginas/pergunta.aspx?rid=40>. Acesso em: 11 nov. 2022.

ENERGISA. **Como e Onde é Cobrada a Taxa de Iluminação Pública?** 2022b. Disponível em: <https://www.energisa.com.br/ajuda/paginas/pergunta.aspx?rid=104>. Acesso em: 11 nov. 2022.

ENERGISA. **Impostos e Outros Encargos**. 2022c. Disponível em: <https://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/impostos-outros-encargos.aspx>. Acesso em: 19 out. 2022.

ENERGISA. **NDU 013 - Critérios para a Conexão em Baixa Tensão de ACESSANTES de Geração Distribuída ao Sistema de Distribuição**. Revisão 5.0, 2021. Disponível em: <https://www.energisa.com.br/Documents/Normas%20t%C3%A9cnicas/NDU%20013%20-%20Crit%C3%A9rios%20para%20a%20Conex%C3%A3o%20em%20Baixa%20Tens%C3%A3o%20de%20Acessantes%20de%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20Distribu%C3%ADda%20ao%20Sistema%20de%20Distribui%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 15 maio 2022.

ENERGISA. **O Que é a Taxa de Disponibilidade? Eu Tenho que Efetuar o Pagamento?** 2022d. Disponível em: <https://www.energisa.com.br/ajuda/paginas/pergunta.aspx?rid=350>. Acesso em: 11 nov. 2022.

ENERGISA. **Tarifa Branca**. 2021. Disponível em: <https://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/sua-conta/tarifa-branca.aspx>. Acesso em: 07 maio 2022.

ENERGISA. **Tarifa Social**. 2021. Disponível em: <https://www.energisa.com.br/Paginas/>

informacoes/sua-conta/tarifa-social.aspx. Acesso em: 17 maio 2022.

ENERGISA. **Tipos de Tarifas**. 2021. Disponível em: <https://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/tipos-tarifas.aspx>. Acesso em: 08 maio 2022.

ENERGISA. **Tipos de Tarifas**. 2022e. Disponível em: <https://energisa.com.br/empresa/paginas/pequenas-e-medias-empresas/taxas-prazos-e-normas/tipos-tarifas.aspx>. Acesso em 25 nov. 2022.

EPE. **Balanço Energético Nacional**. Rio de Janeiro. 2021. 292 p. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-596/BEN2021.pdf>. Acesso em: 19 out. 2022.

EPE. **Resposta da Demanda: Conceitos, Aspectos Regulatórios e Planejamento Energético**. 2019. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-389/NT_EPE_DEE-NT-022_2019-r0.pdf. Acesso em: 05 maio 2022.

FONSECA, Yonara Daltro da; BRUNI, Adriano Leal. **Técnicas de Avaliação de Investimentos: uma breve revisão da literatura**. Salvador, 24 f., 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/25449/1/T%c3%a9cnicas%20de%20avalia%c3%a7%c3%a3o%20de%20investimentos%20uma%20breve%20revis%c3%a3o%20da%20literatura.pdf>. Acesso em: 21 maio 2022.

FRANCISQUINI, Aislan Antonio. **Estimação de Curvas de Carga em Pontos de Consumo e em Transformadores de Distribuição**. 2006. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2006. Disponível em: https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/pos-graduacao/161_dissertacao_aislan_antonio_francisquini.pdf. Acesso em: 18 out. 2022.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2002. 175 p. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C1_como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf. Acesso em: 22 maio 2022.

INEE. Sobre **GD e Cogeração**. Disponível em: http://www.inee.org.br/forum_sobre_gd_cg.asp?Cat=gd. Acesso em: 17 maio 2022.

INPE. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos, 2. ed. 2017. Disponível em: <http://mtc-m21b.sid.inpe.br/rep/8JMKD3MGP3W34P/3PERDJE>. Acesso em: 19 maio 2022.

MARTINS, Vanderlei Affonso. **Análise do Potencial de Políticas Públicas na Viabilidade de Geração Distribuída no Brasil**. 2015. 93 f. Dissertação (Mestrado de Ciências em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3>

%B5es/mestrado/Vanderlei_Affonso_Martins.pdf. Acesso em: 17 maio 2022.

MEC. **Energia**. 2017. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/energia>. Acesso em: 12 nov. 2022.

MENKES, Monica. **Eficiência Energética, Políticas Públicas e Sustentabilidade**.

2004. 293 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2004. Disponível em: https://hosting.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/efici%EAncia%20energ%E9tica/Pesquisa/eficiencia_energetica_politicas_publicas_e_sustentabilidade.pdf. Acesso em 17 nov. 2022.

MME. **Saiba como funcionam as bandeiras tarifárias de energia elétrica**. 2021.

Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/saiba-como-funcionam-as-bandeiras-tarifarias-de-energia-eletrica>. Acesso em: 06 maio 2022.

MME. **Tarifa de Energia Elétrica**. Disponível em:

<http://antigo.mme.gov.br/web/guest/servicos/ouvidoria/perguntas-frequentes/tarifa-de-energia-eletrica>. Acesso em: 02 maio 2022.

NARUTO, Denise Tieko. **Vantagens e Desvantagens da Geração Distribuída e Estudo de Caso de um Sistema Solar Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica**.

2017. 84 f. TCC (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10020290.pdf>. Acesso em: 10 maio 2022.

PIRES, José Cláudio Linhares; PICCININI, Maurício Serrão. **Mecanismos de Regulação Tarifária do Setor Elétrico: a experiência internacional e o caso brasileiro. A experiência internacional e o caso brasileiro**. 1998. 57 f. Rio de Janeiro.

Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/9699/1/Td-64%20Mecanismos%20de%20regula%c3%a7%c3%a3o%20tarifaria%20do%20setor%20eletrico%20%20a%20experiencia%20internacional%20e%20o%20caso%20brasileiro._P.pdf. Acesso em:

14 abr. 2022.

PROCEL. **Manual de Tarificação da Energia Elétrica**. 1. ed. 2001. 44 p. Disponível em:

http://www.sef.sc.gov.br/arquivos_portal/assuntos/9/manual_de_tarifacao.pdf. Acesso em: 11 maio 2022.

SANTOS, Leandro Pereira dos; JÚNIOR, Roberto Hilário Pereira; SANTOS, Vanessa Cristina Lopes. **Geração Distribuída: Sistema de cogeração fotovoltaico conectado à rede elétrica de baixa tensão**. 2013. 20 f. Curso de Engenharia Elétrica, Centro Universitário de Engenharia Elétrica, Belo Horizonte. Disponível em: https://semana academica.org.br/system/files/artigos/artigo_9.pdf. Acesso em: 16 maio de 2022.

TAMAROZI, Rodrigo. **Identificação, Modelagem e Mitigação de Riscos em Operações de Comercialização de Energia Elétrica no Mercado Brasileiro**. 2002.

164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) -

Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002. Disponível em: https://www.abraceel.com.br/_anexos/teseriscoscomercializacao.pdf. Acesso em: 15 abr. 2022.

THOMAZ, Talita. **Estudo de Viabilidade Econômica de Adesão à Tarifa Branca para Consumidores Residenciais com Geração Distribuída Fotovoltaica.**

Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/182224/TCC%20-%20VF%20REPOSIT%c3%93RIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 26 out. 2022.

TOCANTINS. **Projeto Decreto Legislativo nº 295**, de 07 de julho de 2022. Brasil. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2196039. Acesso em: 8 out. 2022.

VENTURA, Magda Maria. **O Estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa.** Rio de Janeiro: Socerj, v. 20, n. 5, p. 383-386, set. 2007. Disponível em: http://sociedades.cardiol.br/socerj/revista/2007_05/a2007_v20_n05_art10.pdf. Acesso em: 21 maio 2022.