



INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO

Campus Garanhuns

Coordenação de Engenharia Elétrica

Engenharia Elétrica

BRUNO HENRIQUE ALEXANDRE CIRIACO

**ESTUDO DE ADEQUAÇÃO TARIFÁRIA PARA UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS:
uma análise pós-inclusão de um sistema de minigeração distribuída
fotovoltaica**

Garanhuns - PE

2024

BRUNO HENRIQUE ALEXANDRE CIRIACO

**ESTUDO DE ADEQUAÇÃO TARIFÁRIA PARA UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS:
uma análise pós-inclusão de um sistema de minigeração distribuída
fotovoltaica**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação de Engenharia Elétrica do Instituto
Federal de Ciência e Tecnologia de
Pernambuco, como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientadora: Profa. Ma. Camila Almeida Diniz

Garanhuns - PE

2024

C578e

Ciriaco, Bruno Henrique Alexandre.

Estudo de adequação tarifária para uma indústria de bebidas: uma análise pós-inclusão de um sistema de minigeração distribuída fotovoltaica/ Bruno Henrique Alexandre Ciriaco ; orientador Camila Almeida Diniz, 2024.

65f. : il.

Orientador: Camila Almeida Diniz.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto Federal de Pernambuco. Pró-Reitoria de Ensino. Diretoria de Ensino. Campus Garanhuns. Coordenação do Curso Superior em Engenharia. Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica, 2024.

1. Sistemas de energia fotovoltaica - Garanhuns (PE). 2. Bebidas - Indústria – Garanhuns (PE) - Estudo de casos. 3. Serviços de eletricidade – Tarifas. 4. Geração de energia fotovoltaica. I. Título.

CDD 621.473

Andréa Maria Lidington Lins –CRB4/868

BRUNO HENRIQUE ALEXANDRE CIRIACO

**ESTUDO DE ADEQUAÇÃO TARIFÁRIA PARA UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS:
uma análise pós-inclusão de um sistema de minigeração distribuída
fotovoltaica**

Trabalho aprovado. Garanhuns - PE, 05/02/2025.

Profa. Ma. Camila Almeida Diniz (orientadora)

Prof. Dr. Diego Soares Lopes (avaliador interno)

Prof. Me. Emerson Sarmanho Siqueira (avaliador externo)

Garanhuns - PE

2024

Dedico este trabalho ao meu avô José Ciriaco (Seu Dodô), cuja memória permanece viva como fonte de inspiração e força.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu saúde, paciência e força para que eu pudesse concluir o meu tão sonhado objetivo.

Agradeço aos meus pais, Adilson Ciriaco e Evaneide Severo, que sempre fizeram o possível e o impossível para que eu pudesse realizar meus sonhos e que sempre me mostraram que o estudo é o melhor caminho a se seguir. Minha eterna gratidão.

Agradeço ao IFPE Campus Garanhuns, que foi minha casa no ensino médio/técnico e que me acolheu também na graduação.

Agradeço aos meus professores da faculdade, que com maestria compartilharam comigo um pouco dos seus conhecimentos.

Agradeço à minha orientadora, Professora Camila, por toda paciência e ajuda.

Agradeço à minha irmã, Bruna Beatrys, por toda ajuda direta e indireta nessa trajetória.

Agradeço à minha namorada, Eduarda Arruda, por sempre acreditar em mim e mostrar que sou capaz.

Agradeço ao EJC, pois foi por meio dele que me aproximei de Cristo, pude fortalecer minha fé e não me abalar nos momentos difíceis.

Agradeço aos meus amigos da faculdade, especialmente à turma de Engenharia Elétrica de 2019.1.

Agradeço a todo o corpo docente do IFPE Campus Garanhuns, que sempre me atendeu tão bem.

Agradeço aos funcionários da limpeza, ao responsável pelo jardim e à tia da copa do IF, pela amizade construída e por todas as vezes que me atenderam e me cumprimentaram com aquele sorriso no rosto.

Agradeço ao professor Basílio, que me ensinou, durante a infância, em sua escolinha de futebol, que, independentemente do sonho a se seguir, o estudo e a disciplina devem ser prioridades.

“Desperta, tu que dormes, e Cristo te iluminará” (Ef 5,14).

RESUMO

Dada a importância da gestão eficiente de energia elétrica no setor industrial, este trabalho apresenta um estudo de adequação tarifária para uma indústria de bebidas localizada em Garanhuns-PE. A análise foi motivada pela instalação de um sistema de minigeração solar fotovoltaica distribuída no empreendimento, com o objetivo de reduzir os custos com energia elétrica. No entanto, mesmo após a implementação do sistema, a empresa continua enfrentando altos custos em suas faturas, devido à falta de ajustes adequados na demanda contratada e à ausência de uma análise sobre a previsão de migração de modalidade tarifária. Para solucionar esses problemas, foi realizada uma análise analítica com base em 12 meses de consumo de energia após a instalação da usina fotovoltaica. Utilizando a técnica da demanda ótima, constatou-se que a demanda contratada, originalmente incluída em 180 kW, deveria ser ajustada para 216 kW. Essa mudança resultaria em uma economia anual de R\$ 11.399,39 para o empreendimento, o que equivale a 16% a menos em gastos com demanda. Adicionalmente, foi realizada uma simulação para avaliar a possibilidade de migração de modalidade tarifária. O estudo comparou a estrutura tarifária atual, do tipo verde, com a modalidade azul, eventualmente identificando a opção mais econômica. Contudo, constatou-se que a modalidade tarifária verde permanece sendo mais vantajosa para o perfil de consumo da empresa, pois resulta em uma economia de aproximadamente 38% quando comparada à estrutura tarifária azul. Assim, com base nos resultados, concluiu-se que os ajustes propostos, tanto na demanda contratada quanto na manutenção da modalidade tarifária verde, contribuem significativamente para a eficiência energética e a redução de custos da empresa. Este estudo reforça a importância de análises criteriosas para a otimização do uso de recursos energéticos, especialmente no setor industrial.

Palavras-chave: Adequação Tarifária. Gestão de Energia. Demanda Contratada. Eficiência Energética.

ABSTRACT

Given the importance of efficient electricity management in the industrial sector, this study presents a tariff adequacy analysis for a beverage company located in Garanhuns-PE. The analysis was motivated by the installation of a distributed solar photovoltaic mini-generation system at the facility, aimed at reducing electricity costs. However, despite the system's implementation, the company continues to face high electricity bills due to inadequate adjustments in the contracted demand and the lack of an analysis regarding the potential migration to a different tariff modality. To address these issues, an analytical assessment was conducted based on 12 months of energy consumption data after the installation of the photovoltaic system. Using the optimal demand technique, it was found that the originally contracted demand of 180 kW should be adjusted to 216 kW. This change would result in an annual savings of R\$ 11,399.39 for the company, representing a 16% reduction in demand-related expenses. Additionally, a simulation was performed to evaluate the possibility of switching to a different tariff modality. The study compared the current green tariff structure with the blue tariff modality, identifying the more cost-effective option. However, it was concluded that the green tariff modality remains more advantageous for the company's consumption profile, as it results in an approximately 38% savings compared to the blue tariff structure. Thus, based on the results, it was concluded that the proposed adjustments, both in the contracted demand and in maintaining the green tariff modality, significantly contribute to the company's energy efficiency and cost reduction. This study highlights the importance of thorough analyses for optimizing the use of energy resources, especially in the industrial sector.

Keywords: Tariff Adequacy. Energy Management. Contracted Demand. Energy Efficiency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Valor Final da Energia Elétrica.....	21
Figura 2 - Postos Tarifários.....	26
Figura 3 - Bandeiras Tarifárias.....	27
Figura 4 - Contrato Desajustado.....	30
Figura 5 - Contrato Ajustado.....	30
Figura 6 - Exemplo do Gráfico para Obtenção da Demanda Ótima.....	31
Figura 7 - Fluxograma.....	33
Figura 8 - Imagem Aérea da Indústria de Bebidas.....	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Subgrupos A.....	22
Quadro 2 - Subgrupos B.....	22
Quadro 3 - Modalidades Tarifárias Aplicadas aos Subgrupos.....	25
Quadro 4 - Métodos para Determinar a Demanda Faturada.	29
Quadro 5 - Operador Lógico para os Critérios de Faturamento da Demanda. ...	35
Quadro 6 - Tarifas da Modalidade Tarifária Verde (Subgrupo A4).....	40
Quadro 7 - Tarifas da Modalidade Tarifária Azul (Subgrupo A4).	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Histórico de Demanda da Indústria.....	42
Tabela 2 - Dados referentes a Demanda da Indústria para Demanda Ótima (MTV).	45
Tabela 3 - Dados referentes a Demanda da Indústria para Demanda Ótima na Ponta e Fora Ponta (MTA).....	52
Tabela 4 - Dados Comparativos de Demanda da Indústria para Demanda Ótima (MTA x MTV).....	53
Tabela 5 - Dados Referentes ao Consumo de Energia (MTV).....	54
Tabela 6 - Dados Referentes ao Consumo de Energia (MTA).	57
Tabela 7 - Dados Comparativos de Consumo da Indústria (MTA x MTV).....	58
Tabela 8 - Custo Global (MTA x MTV).....	59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Histórico da Demanda de Energia.....	42
Gráfico 2 - Valores Atuais de Demanda da Indústria (MTV).	43
Gráfico 3 - Obtenção da Demanda Ótima para a Indústria (MTV).	44
Gráfico 4 - Custo Anual da Indústria com Demanda Faturada (MTV).	46
Gráfico 5 - Contrato Ajustado (MTV).	47
Gráfico 6 - Valores Atuais de Demanda na Ponta da Indústria (MTA).	48
Gráfico 7 - Valores Atuais de Demanda Fora Ponta da Indústria (MTA).	49
Gráfico 8 - Obtenção da Demanda Ótima na Ponta para a Indústria (MTA).	50
Gráfico 9 - Custo Anual da Indústria com Demanda Faturada na Ponta (MTA).	51
Gráfico 10 - Contrato Ajustado (MTA).	52
Gráfico 11 - Gasto Total com Demanda Faturada em cada Modalidade Tarifária.	53
Gráfico 12 - Histórico do Consumo de Energia da Indústria.	55
Gráfico 13 - Gasto Mensal com Energia (MTV).	56
Gráfico 14 - Gasto Mensal com Energia (MTA).	57
Gráfico 15 - Gasto Total com Consumo para cada Modalidade Tarifária.	58
Gráfico 16 - Gasto Total para cada Modalidade Tarifária.	59

LISTA DE ABREVIATURAS

ABRACEEL	Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia
ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulado
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina
COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
ICMS	Impostos sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços
MTA	Modalidade Tarifária Azul
MTV	Modalidade Tarifária Verde
PIS	Programa de Integração Social
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PRORET	Procedimentos de Regulação Tarifária

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 JUSTIFICATIVA	16
1.2 OBJETIVO	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 Ambientes de Contratação de Energia Elétrica.....	18
2.1.1 Ambiente de Contratação Regulado	18
2.1.2 Ambiente de Contratação Livre	18
2.2 Conceitos Básicos Usados no Setor Elétrico	18
2.3 Tarifação da Energia Elétrica	20
2.4 Classificação dos Consumidores	21
2.4.1 Grupo A	22
2.4.2 Grupo B	22
2.5 Modalidade Tarifária	23
2.5.1 Modalidade Tarifária Convencional Binômia	23
2.5.2 Modalidade Tarifária Horossazonal Verde	23
2.5.3 Modalidade Tarifária Horossazonal Azul	24
2.5.4 Modalidade Tarifária Convencional Monômia	24
2.5.2 Modalidade Tarifária Branca	25
2.6 Postos Tarifários	25
2.7 Bandeiras Tarifárias	27
2.8 Demanda.....	28
2.8.1 Demanda Contratada	28
2.8.2 Demanda Medida	28
2.8.3 Demanda Faturada	28
2.9 Contrato Ajustado	29
2.9.1 Demanda Contratada Adequada	29
2.9.2 Enquadramento Tarifário Adequado	31
2.9.3 Ausência de Multa por Excesso de Reativos	32
3 METODOLOGIA	33
3.1 Fluxograma	33
3.2 Equações Tarifárias	35
3.2.1 Equações da Modalidade Tarifária Verde	35
3.2.2 Equações da Modalidade Tarifária Azul	36
4 ESTUDO DE CASO	38

4.1 A Indústria	38
4.2 Tarifas	39
4.3 Estudo da Demanda	41
4.3.1 Estudo da Demanda na Modalidade Tarifária Verde.....	43
4.3.2 Estudo da Demanda na Modalidade Tarifária Azul	47
4.3.3 Comparação da Demanda: Modalidade Tarifária Verde x Modalidade Tarifária Azul	52
4.4 Estudo do Consumo.....	54
4.4.1 Estudo do Consumo na Modalidade Tarifária Verde	54
4.4.2 Estudo do Consumo na Modalidade Tarifária Azul.....	56
4.4.3 Comparação do Consumo: Modalidade Tarifária Verde x Modalidade Tarifária Azul	58
4.5 Análise Global: Modalidade Tarifária Verde x Modalidade Tarifária Azul.....	59
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
REFERÊNCIAS.....	62

1 INTRODUÇÃO

Uma das alternativas de economia para empresários dos setores industrial e comercial é o investimento em eficiência energética, que pode variar desde uma simples readequação do sistema de iluminação e climatização até a substituição de motores por modelos mais eficientes, com menor consumo de energia elétrica (Celesc, sd). Diante desse contexto, compreende-se que a correta adequação tarifária é essencial para os consumidores desse porte, proporcionando benefícios econômicos e evitando desperdícios desnecessários.

Compreender a forma de cobrança da energia elétrica e os métodos de cálculo dos gastos apresentados mensalmente nas faturas pelas distribuidoras é fundamental para a implementação de projetos de eficiência energética (PROCEL, 2011).

Muitos contratos de energia elétrica são firmados sem que os clientes tenham pleno conhecimento das possibilidades de enquadramento tarifário, como os tipos de tarifas aplicáveis a cada perfil de cliente e o prazo para ajuste da demanda contratada. Um contrato inadequado pode resultar em custos desnecessários, já que tanto uma demanda abaixo do ideal quanto uma demanda excedente podem gerar custos adicionais, seja pelo pagamento de demanda não utilizada ou por multas decorrentes de ultrapassagem da demanda contratada. Dessa forma, após estabelecer um contrato de fornecimento adequado, a etapa seguinte é trabalhar na mitigação desses desperdícios de energia (Silva *et al.*, 2011).

1.1 JUSTIFICATIVA

A crescente necessidade de otimização de custos nas empresas industriais torna a gestão eficiente da energia elétrica um fator essencial para a competitividade no mercado. No caso da indústria em questão, há um histórico de dificuldades com os altos custos de energia elétrica, uma situação que motivou a instalação de um sistema fotovoltaico em março de 2023. Esse investimento foi planejado para reduzir os gastos com energia elétrica, fornecendo uma maior autonomia e menor dependência da rede

pública de fornecimento. Contudo, mesmo após um ano de operação do sistema, os custos com energia ainda são elevados.

Esse problema ocorre, em grande parte, devido à modalidade tarifária do grupo A, que implica custos não apenas pelo consumo, mas também pela demanda contratada. Esse fator acarreta em despesas fixas consideráveis, que impactam diretamente o orçamento mensal da indústria. Nesse contexto, a análise do perfil de consumo energético da empresa torna-se essencial para avaliar a necessidade de uma adequação de demanda e a possibilidade de migração de modalidade tarifária. A adequação correta pode resultar em uma expressiva redução de custos, além de contribuir para uma gestão mais eficiente dos recursos energéticos.

Assim, este estudo justifica-se pela busca de alternativas viáveis para minimizar os custos com energia elétrica e melhorar a eficiência econômica da indústria. A análise e adequação tarifária podem beneficiar a empresa ao reduzir suas despesas fixas, além de criar um modelo de gestão energética que pode servir como referência para outras indústrias que enfrentam desafios semelhantes.

1.2 OBJETIVO

O propósito principal deste trabalho é examinar um caso específico relacionado à adequação tarifária, tendo como alvo uma fábrica de bebidas em Garanhuns - PE. Serão utilizados os dados das faturas de energia elétrica fornecidas pela indústria para realização do estudo. No que concerne os objetivos específicos, incluem-se:

- Avaliar o padrão de demanda e consumo de energia elétrica da empresa, utilizando os registros das faturas de energia elétrica dos últimos meses;
- Determinar se haverá aumento ou diminuição na demanda contratada, considerando os valores de consumo registrados nas faturas de energia elétrica;
- Averiguar a economia gerada com a implementação de uma nova demanda;
- Analisar se é necessário alterar a modalidade tarifária da empresa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão abordados temas relacionados a gerenciamento de energia elétrica que são importantes para a compreensão do trabalho.

2.1 Ambientes de Contratação de Energia Elétrica

Segundo o Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004, a venda de energia elétrica pode ocorrer em dois ambientes distintos: o Ambiente de Contratação Regulado (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL).

2.1.1 Ambiente de Contratação Regulado

Também chamado de mercado cativo de energia elétrica, é o ambiente em que a contratação de energia acontece diretamente com a concessionária da região onde o cliente está situado. Nesse cenário não ocorre negociação entre o consumidor e o fornecedor, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) fixa tarifas referentes ao consumo de energia elétrica, caracterizando, assim, o ambiente como regulado (ABRACEEL, 2019).

2.1.2 Ambiente de Contratação Livre

Também chamado de mercado livre de energia elétrica, é o ambiente em que a contratação de energia ocorre de forma bilateral, ou seja, tanto o consumidor quanto o fornecedor negociam os valores do contrato. Nesse ambiente, o consumidor tem a liberdade de escolher o fornecedor de quem adquirirá a energia, o que é conhecido como portabilidade da conta de luz (ABRACEEL, 2019).

2.2 Conceitos Básicos Usados no Setor Elétrico

É essencial compreender certos conceitos do setor elétrico para um melhor entendimento quando termos básicos forem abordados em determinadas situações.

Seguindo essa linha, conforme o Art. 2º da Resolução Normativa Aneel nº 1000, de 7 de dezembro de 2021, são estabelecidas as seguintes definições:

- **Bandeiras tarifárias:** “Sistema que tem como finalidade sinalizar os custos atuais da geração de energia elétrica ao consumidor por meio da tarifa de energia” (ANEEL, 2021, p. 3);
- **Carga instalada:** “soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora e em condições de entrar em funcionamento, expressa em kW (quilowatts)” (ANEEL, 2021, p. 3);
- **Ciclo de faturamento:** “intervalo de tempo correspondente ao faturamento de determinada unidade consumidora” (ANEEL, 2021, p. 3);
- **Concessionária:** “agente titular de concessão federal para prestar o serviço público de distribuição de energia elétrica, de agora em diante denominado distribuidora” (ANEEL, 2021, p. 3);
- **Consumidor:** “pessoa física ou jurídica que solicite o fornecimento do serviço à distribuidora, assumindo as obrigações decorrentes desta prestação à sua unidade consumidora” (ANEEL, 2021, p. 3);
- **Demanda:** “média das potências elétricas ativas ou reativas, injetada ou requerida do sistema elétrico de distribuição durante um intervalo de tempo especificado” (ANEEL, 2021, p. 4);
- **Distribuidora:** “agente titular de concessão ou permissão federal para prestar o serviço público de distribuição de energia elétrica” (ANEEL, 2021, p. 4);
- **Energia elétrica ativa:** “aquela que pode ser convertida em outra forma de energia, em kWh (quilowatts-hora)” (ANEEL, 2021, p. 5);
- **Energia elétrica reativa:** “aquela que circula entre os diversos campos elétricos e magnéticos de um sistema de corrente alternada sem produzir trabalho, em kvarh (quilovolt-ampèrereativo-hora)” (ANEEL, 2021, p. 5);
- **Fator de carga:** “razão entre a demanda média e a demanda máxima da unidade consumidora, ocorridas no mesmo intervalo de tempo” (ANEEL, 2021, p. 5);
- **Fator de demanda:** “razão entre a demanda máxima num intervalo de tempo e a carga instalada na unidade consumidora” (ANEEL, 2021, p. 5);

- **Fator de potência:** “razão entre a energia elétrica ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias elétricas ativa e reativa, consumidas num mesmo período” (ANEEL, 2021, p. 5);
- **Fatura:**

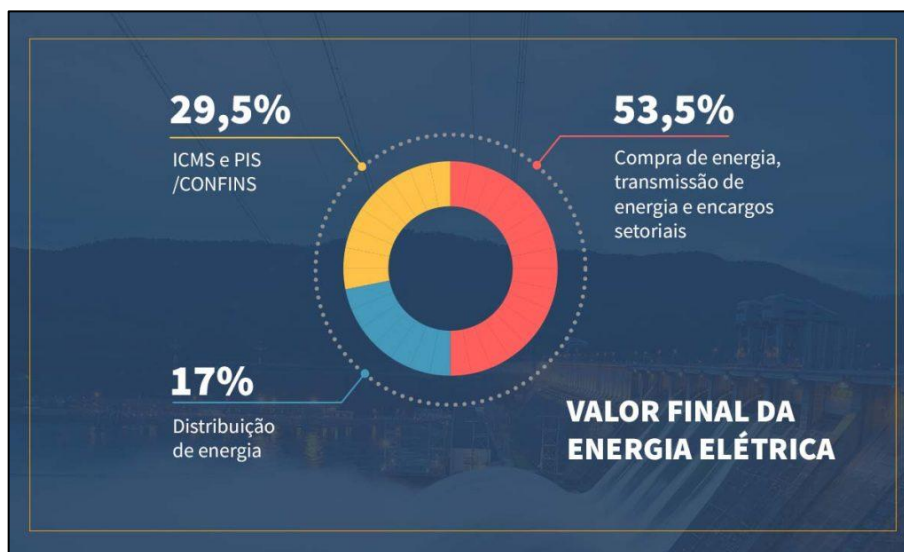
“documento emitido pela distribuidora com a quantia monetária total a ser paga pelo consumidor e demais usuários pela prestação do serviço público de distribuição de energia elétrica e por outros serviços e atividades, função que pode ser cumprida pelo documento fiscal denominado ‘Nota Fiscal/Conta de Energia Elétrica’” (ANEEL, 2021, p. 5);
- **Medição:** “processo realizado por equipamento que possibilite a quantificação e o registro de grandezas elétricas associadas ao consumo ou geração de energia elétrica e à potência ativa ou reativa, caso aplicável” (ANEEL, 2021, p. 6);
- **Modalidade tarifária:** “conjunto de tarifas aplicáveis às componentes de consumo de energia elétrica e demanda, conforme Capítulo VII do Título I” (ANEEL, 2021, p. 7);
- **Tarifa:** “valor monetário estabelecido pela ANEEL, fixado em R\$ (Reais) por unidade de energia elétrica ou de demanda de potência, sendo: tarifa de energia (TE) e tarifa de uso do sistema de distribuição (TUSD)” (ANEEL, 2021, p. 10);
- **Unidade consumidora:** “conjunto composto por instalações, ramal de entrada, equipamentos elétricos, condutores, acessórios e, no caso de conexão em tensão maior ou igual a 2,3 kV, a subestação” (ANEEL, 2021, p. 10).

2.3 Tarifação da Energia Elétrica

Segundo a Aneel (2021), a tarifa de energia tem o propósito de cobrir os custos desde a geração até o fornecimento de energia elétrica aos consumidores. Nesse contexto, a Aneel assegura um equilíbrio entre as concessionárias e os clientes, permitindo, por intermédio de uma tarifa justa, a prestação adequada e de qualidade do serviço. Ademais, os Governos federal, estadual e municipal impõem tributos como COFINS/PIS, ICMS e taxa de iluminação pública. Há também perdas e os encargos setoriais, que completam a composição tarifária referente a conta de energia.

A Figura 1 apresenta a porcentagem que cada parcela mencionada anteriormente representa na conta de energia elétrica.

Figura 1 - Valor Final da Energia Elétrica.



Fonte: (ECOM, 2021).

O valor da energia elétrica (sem os tributos) é divulgado pela Aneel através de resoluções, considerando as classes de consumo (residencial, comercial, industrial, etc.). A partir desses valores, as concessionárias de energia elétrica, responsáveis por suas respectivas áreas de concessão, adicionam os tributos (PIS, COFINS, ICMS e a taxa de iluminação pública) e emitem a fatura de energia que é paga pelos consumidores (PROCEL, 2011).

A Equação (1), apresentada no manual de tarifação da energia elétrica do PROCEL (2011), demonstra o cálculo do preço da energia elétrica (R\$/kWh) considerando a aplicação dos impostos às tarifas:

$$\text{Valor da Energia} = \frac{\text{Valor da Tarifa Publicada pela ANEEL}}{1 - (\text{PIS} + \text{COFINS} + \text{ICMS})} \quad (1)$$

2.4 Classificação dos Consumidores

Os consumidores de energia elétrica, no Brasil, são classificados de acordo com o nível de tensão. Dessa maneira, unidades consumidoras com tensão abaixo de 2,3 kV são enquadradas no grupo B (baixa tensão) e têm tarifa monômnia. Por outro lado, unidades consumidoras atendidas com tensão superior a 2,3 kV pertencem ao

grupo A (alta tensão), sendo a tarifa desse grupo binômica, além de haver contratação de demanda (kW) (PROCEL, 2011).

2.4.1 Grupo A

Segundo a Resolução Normativa da Aneel de nº 1000/2021, Art. 2º, Inciso XXIII, o Grupo A é o conjunto formado por unidades consumidoras conectadas a uma tensão igual ou superior a 2,3 kV, ou que recebem energia através de um sistema de distribuição subterrâneo com tensão inferior a 2,3 kV, sendo dividido em diferentes subgrupos (ANEEL, 2021).

Quadro 1 - Subgrupos A.

Subgrupo	Tensão de Fornecimento (kV)
A1	$V \geq 230$
A2	$88 \leq V \leq 138$
A3	$= 69$
A3a	$30 \leq V \leq 44$
A4	$2,3 \leq V \leq 25$
AS (subterrâneo)	$V < 2,3$

Fonte: O Autor (2024).

2.4.2 Grupo B

Segundo a Resolução Normativa da Aneel de nº 1000/2021, Art. 2º, Inciso XXIV, o Grupo B corresponde ao conjunto de unidades consumidoras que possuem conexão em tensões inferiores a 2,3 kV e dividido em diferentes subgrupos (ANEEL, 2021).

Quadro 2 - Subgrupos B.

Subgrupo	Classificação
B1	Residencial
B2	Rural
B3	Demais Classes
B4	Iluminação Pública

Fonte: O Autor (2024).

2.5 Modalidade Tarifária

Compreende-se estrutura tarifária como o conjunto de tarifas aplicáveis as partes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência ativa, considerando-se a modalidade de fornecimento (PROCEL, 2011).

Nesse contexto, é importante diferenciar quando a tarifa é monômnia ou binômnia. Nesta, é faturado tanto o consumo de energia elétrica quanto a demanda máxima. Naquela, fatura-se apenas o que foi consumido de energia elétrica (PROCEL, 2011). Além dessas, há também a tarifa horossazonal, em que o valor da tarifa é mais barato no horário fora ponta e mais caro no de ponta.

No Brasil, o Grupo A, pode ser tarifado de três formas:

- Modalidade Tarifária Convencional Binômnia;
- Modalidade Tarifária Horossazonal Verde;
- Modalidade Tarifária Horossazonal Azul.

Já o Grupo B pode ser tarifado de duas formas:

- Modalidade Tarifária Convencional Monômnia;
- Modalidade Tarifária Branca.

2.5.1 Modalidade Tarifária Convencional Binômnia

Destinada aos consumidores do grupo A, essa modalidade aplica uma tarifa única para consumo de energia elétrica e demanda de potência, independentemente das horas de uso diário (Proret, 2022).

2.5.2 Modalidade Tarifária Horossazonal Verde

Destinada aos consumidores do grupo A, essa modalidade apresenta tarifas diferenciadas para consumo de energia elétrica, conforme as horas de utilização ao longo do dia, e tarifa única para demanda de potência (Proret, 2022).

Segundo a Cartilha Energia (2022), essa modalidade tarifária é indicada para unidades consumidoras que conseguem reprogramar o uso da carga (demanda) ao longo do dia, deslocando-a do período de ponta para o período fora de ponta.

De acordo com a Resolução Normativa da Aneel de nº 1000/2021, Art. 213, a modalidade tarifária horossazonal verde é caracterizada por:

- I - uma tarifa para a demanda, sem segmentação horária;
- II - uma tarifa para o consumo de energia elétrica para o posto tarifário ponta; e
- III - uma tarifa para o consumo de energia elétrica para o posto tarifário fora de ponta.

2.5.3 Modalidade Tarifária Horossazonal Azul

Destinada aos consumidores do grupo A, essa modalidade apresenta tarifas diferenciadas para consumo de energia elétrica e de demanda de potência, conforme as horas de utilização ao longo do dia (Proret, 2022).

De acordo com a Cartilha Energia (2022), essa modalidade tarifária é recomendada para unidades consumidoras cuja utilização da carga (demanda) no horário de ponta é indispensável, ou seja, quando há pouca possibilidade de reduzir ou deslocar o uso nesse período.

Segundo a Resolução Normativa da Aneel de nº 1000/2021, Art. 213, a modalidade tarifária horossazonal azul é caracterizada por:

- I - uma tarifa para a demanda para o posto tarifário ponta;
- II - uma tarifa para a demanda para o posto tarifário fora de ponta;
- III - uma tarifa para o consumo de energia elétrica para o posto tarifário ponta; e
- IV - uma tarifa para o consumo de energia elétrica para o posto tarifário fora de ponta.

2.5.4 Modalidade Tarifária Convencional Monômnia

Destinada aos consumidores do grupo B, essa modalidade aplica uma tarifa única para consumo de energia elétrica, independentemente das horas de uso diário (Proret, 2022).

2.5.2 Modalidade Tarifária Branca

Aplicada aos consumidores do grupo B, essa modalidade apresenta tarifas diferenciadas para o consumo de energia elétrica, variando conforme as horas de uso ao longo do dia (Proret, 2022).

Segundo a Aneel (2021), a modalidade tarifária branca é caracterizada por:

- I. Uma tarifa para o horário de ponta;
- II. Uma tarifa para o período intermediário; e
- III. Uma tarifa para segmento fora ponta.

O Quadro 3 apresenta as modalidades tarifárias em que cada subgrupo tarifário pode ser enquadrado.

Quadro 3 - Modalidades Tarifárias Aplicadas aos Subgrupos.

Grupo	Subgrupo	Tensão de Fornecimento (kV)	Modalidade Tarifária
A	A1	$V \geq 230$	Horária Azul
	A2	$88 \leq V \leq 138$	Horária Azul
	A3	$= 69$	Horária Azul
	A3a	$30 \leq V \leq 44$	Convencional Binômia Horária Azul Horária Verde
	A4	$2,3 \leq V \leq 25$	Convencional Binômia Horária Azul Horária Verde
	AS (subterrâneo)	$V < 2,3$	Convencional Binômia Horária Azul Horária Verde
B	B1 (residencial)	$V < 2,3$	Convencional Branca
	B2 (rural)	$V < 2,3$	Convencional Branca
	B3 (demais classes)	$V < 2,3$	Convencional Branca
	B4 (iluminação pública)	$V < 2,3$	Convencional

Fonte: O Autor (2024).

2.6 Postos Tarifários

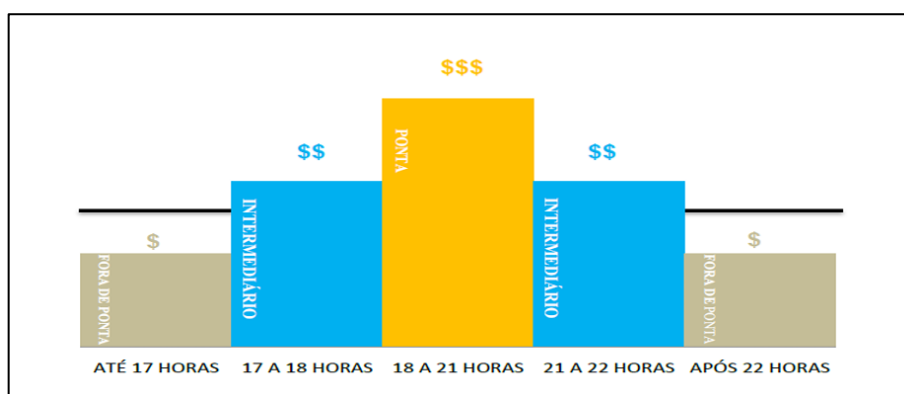
Conforme a Aneel – Agência Nacional de Energia Elétrica (2021) –, compreende-se posto tarifário como o Intervalo de horas destinado à aplicação de

tarifas diferenciadas ao longo do dia, com a seguinte divisão: posto horário ponta, posto horário intermediário e posto horário fora ponta.

- Posto tarifário ponta: formado por 3 horas seguidas do dia. Tem exceções nos finais de semana e feriados nacionais (Aneel, 2021);
- Posto tarifário intermediário: refere-se ao horário de uma hora anterior e uma hora posterior ao horário de ponta. Aplicado apenas às unidades consumidoras inclusas na tarifa branca (Aneel, 2021);
- Posto tarifário fora ponta: refere-se ao horário que não se enquadra no período tarifário de ponta nem no período tarifário intermediário. Todavia, caso a unidade consumidora não esteja enquadrada na modalidade tarifária branca, o período intermediário será incluído no período fora ponta (Aneel, 2021).

A Figura 2 apresenta, em colunas verticais, os valores correspondentes a cada período tarifário. Nota-se claramente que os períodos tarifários de ponta e intermediário possuem tarifas mais altas.

Figura 2 - Postos Tarifários.



Fonte: (ANEEL apud Costa; Oliveira; Sousa, 2017).

É importante destacar que nos finais de semana e feriados nacionais, apenas o horário fora de ponta é contabilizado.






2.7 Bandeiras Tarifárias

Desde 2015, o Sistema de Bandeiras Tarifárias integra as contas de energia elétrica. Esse sistema indica se o valor da energia será mais alto ou mais baixo, conforme as condições de geração de eletricidade (Aneel, 2016).

O papel das Bandeiras é balancear os custos das distribuidoras com a compra de energia a preços mais altos, sobretudo de termelétricas. Ademais, elas também são sinônimo de economia para o consumidor durante os tempos de crise hídrica e, por conseguinte, maior uso de energia térmica (CARTILHA DA ENERGIA ELÉTRICA, 2021).

A bandeira verde é que define as tarifas. Em casos de adversidade, as bandeiras amarela e vermelha são acionadas. Posteriormente, havendo uma melhora nas condições de geração, a bandeira retorna para o patamar verde e, de forma instantânea, a conta de energia do cliente apresenta redução (Aneel, 2016). A Figura 3 detalha o significado de cada cor de bandeira tarifária.

Figura 3 - Bandeiras Tarifárias.

	Bandeira verde: condições favoráveis de geração de energia. A tarifa não sofre nenhum acréscimo;
	Bandeira amarela: condições de geração menos favoráveis. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 1,874 por 100 kWh consumidos;
	Bandeira vermelha - Patamar 1: condições mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 3,971 para cada 100 kWh consumido;
	Bandeira vermelha - Patamar 2: condições ainda mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 9,492 para cada 100 kWh consumido;
	Bandeira escassez hídrica: esse patamar foi criado por determinação da Câmara de Regras Excepcionais para Gestão Hidroenergética (CREG) para custear com recursos da bandeira tarifária os custos excepcionais do acionamento de usinas térmicas e da importação de energia. A cobrança da bandeira Escassez Hídrica ficará no valor de R\$14,20 a cada 100 kWh consumidos.

Fonte: (CARTILHA DA ENERGIA ELÉTRICA, 2021).

2.8 Demanda

Consiste na soma de todas as cargas instaladas que estão em uso durante o mesmo intervalo de tempo. Tecnicamente representa a potência elétrica em quilowatts (kW) que é solicitada ao sistema pelas cargas que estão em processo de operação, para um pequeno intervalo de tempo descrito (CARTILHA ENERGIA, 2022).

Por exemplo, se em determinado momento na sua casa estiverem ligados, ao mesmo tempo, uma TV com potência de 250 W, um ferro elétrico de passar com potência de 1.000 W e uma lâmpada de 60 W, a demanda da sua casa nesse instante será de 1.310 W ou 1,31 kW* (CARTILHA ENERGIA, 2022, p. 11).

2.8.1 Demanda Contratada

A Aneel (2021, p.4) afirma que demanda contratada é a “demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela distribuidora no ponto de conexão, conforme valor e período de vigência fixados em contrato, em kW (quilowatts)”.

2.8.2 Demanda Medida

“Maior demanda de potência ativa injetada ou requerida do sistema elétrico de distribuição pela carga ou geração, verificada por medição e integralizada em intervalos de 15 minutos durante o período de faturamento, em kW (quilowatts)” (ANEEL, 2021, p. 4).

2.8.3 Demanda Faturada

Valor de demanda a ser cobrado na fatura de energia elétrica, ou seja, é a demanda medida multiplicada pelo valor da tarifa correspondente (PROCEL, 2011). O Quadro 4 descreve como se determina a demanda faturada.

Quadro 4 - Métodos para Determinar a Demanda Faturada.

	Condição 1	Condição 2	Condição 3
Critério	$D_M < D_C$	$D_C \leq D_M \leq D_L$	$D_L < D_M$
Demanda Faturada	D_C	D_M	$D_M + D_U$

Fonte: (MARANGONI; FERREIRA; KONOPATZKI, 2015).

Em que:

- D_C – Demanda Contratada (kW);
- D_L – Demanda Limite (kW); ($= 1,05 \times D_C$)
- D_M – Demanda Medida (kW);
- D_U – Demanda Ultrapassada (kW). ($= D_M - D_C$)

2.9 Contrato Ajustado

Para os integrantes do grupo A, o contratado adequado deve considerar três critérios básicos: demanda contratada adequada, enquadramento tarifário adequado e não ocorrência de multa por excesso de energia reativa (CARTILHA ENERGIA, 2022).

2.9.1 Demanda Contratada Adequada

Cada estabelecimento deve possuir no contrato de energia elétrica a demanda contratada que melhor se adeque a sua realidade real de consumo, uma vez que a ideia é diminuir ou eliminar as desídias ou ultrapassagens de demanda. É válido ressaltar que o valor a ser cobrado sempre será o maior dentre o utilizado e o contratado, considerando-se uma tolerância de 5% (CARTILHA ENERGIA, 2022).

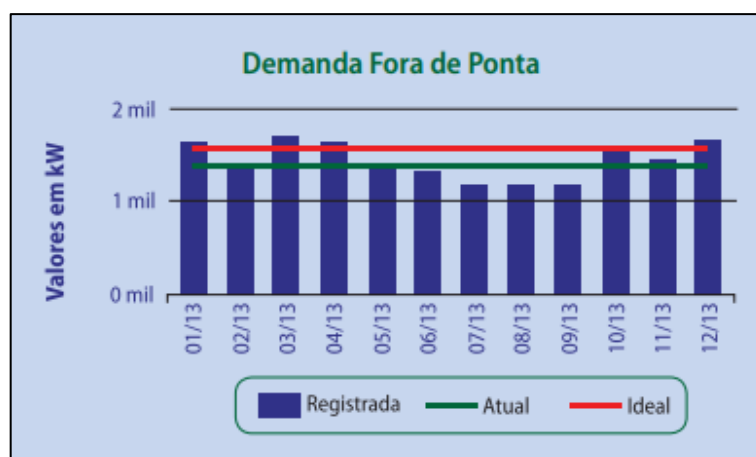
Veja alguns exemplos:

- a) se o órgão contrata 100 kW e utiliza somente 60 kW, ele pagará também pelos 40 kW não utilizados;
- b) se o órgão contrata 100 kW e utiliza 140 kW, ele pagará, além dos 100 kW na tarifa normal, os 40 kW utilizados a mais na tarifa de ultrapassagem de demanda, que é duas vezes mais cara.
- c) se o órgão contrata 100 kW e utiliza 105 kW, a demanda contratada está adequada, pois existe uma tolerância de 5% (CARTILHA ENERGIA, 2022, p. 26).

De acordo com a Resolução Normativa da Aneel de nº 1000/2021, Art. 301º, Inciso II, a tolerância de ultrapassagem é de 5% para demanda contratada (ANEEL, 2021). A essa tolerância dá-se o nome de “Demanda de Ultrapassagem”, em que o valor da sua tarifa corresponde a duas vezes o valor da tarifa da demanda, e que só é cobrada quando se ultrapassa essa tolerância de 5%.

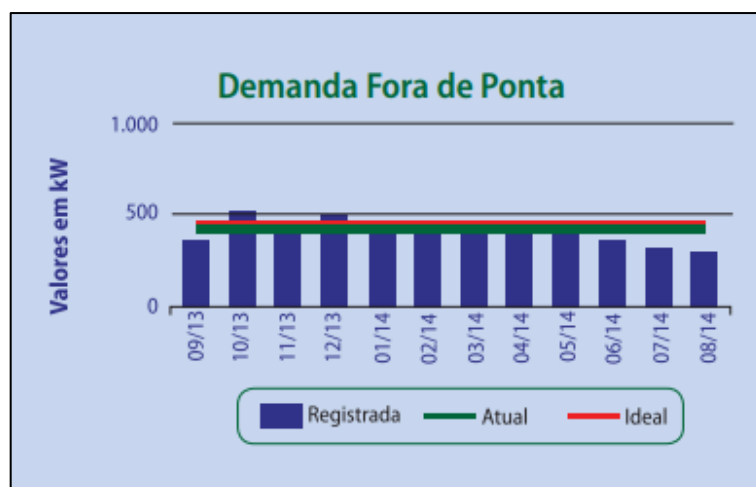
As Figuras 4 e 5 mostram exemplos de demandas com contratos desajustado e ajustado.

Figura 4 - Contrato Desajustado.



Fonte: (Cartilha Energia, 2015).

Figura 5 - Contrato Ajustado.



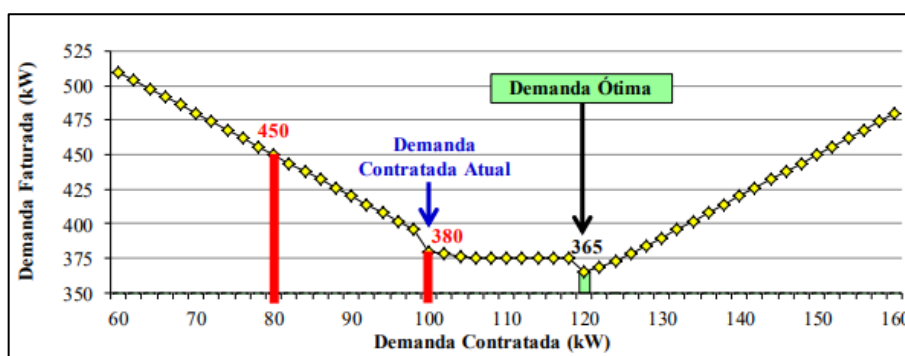
Fonte: (Cartilha Energia, 2015).

2.9.1.1 Teoria da Demanda Ótima

Refere-se ao valor da demanda contratada que resulta no menor custo total da demanda faturada para o período analisado. Para isso, são testados diferentes valores de demanda contratada, buscando identificar aquela que otimiza os custos, pois é essencial eliminar qualquer forma de desperdício ou pagamentos desnecessários para alcançar excelência na gestão de energia elétrica (MARANGONI; FERREIRA; KONOPATZKI, 2015).

A Figura 6 apresenta um exemplo de determinação de demanda ótima. Nela, são destacados três valores testes de demanda contratada (80 kW, 100 kW e 120 kW). Observa-se que o ponto com o menor montante da demanda faturada (365 kW) corresponde a uma demanda contratada de 120 kW, que seria a demanda ideal para o período analisado.

Figura 6 - Exemplo do Gráfico para Obtenção da Demanda Ótima.



Fonte: (MARANGONI; FERREIRA; KONOPATZKI, 2015).

2.9.2 Enquadramento Tarifário Adequado

O enquadramento tarifário acontece quando o empreendimento está alocado na modalidade tarifária que traz maior benefício econômico, seja na estrutura horossazonal (azul ou verde) ou convencional. Nesse contexto, os custos dependerão tanto das características da unidade consumidora quanto do seu funcionamento (CARTILHA ENERGIA, 2022). Assim sendo, deve-se realizar o estudo dentro das estruturas tarifárias disponíveis e, após uma análise comparativa, identificar qual é a modalidade tarifária mais vantajosa economicamente para o estabelecimento.

2.9.3 Ausência de Multa por Excesso de Reativos

A energia reativa corresponde a um tipo de energia que não realiza trabalho útil. Quando determinados estabelecimentos apresentam problemas no fator de potência de suas instalações, ou seja, quando ele está abaixo de 0,92, a concessionária local aplica uma taxa, que é uma multa causada por excesso de reativos. Essa multa continuará sendo cobrada nas faturas até que o problema seja corrigido. Em uma instalação adequada, não há cobrança de multa por excesso de energia reativa. Um exemplo é um transformador energizado que, caso não esteja alimentando nenhuma carga, consumirá predominantemente energia reativa (CARTILHA ENERGIA, 2022).

O método utilizado para eliminar as multas por excesso de reativos é a instalação de bancos de capacitores, que são usados para corrigir o fator de potência. Contudo, esse tipo de análise não será realizada neste trabalho.

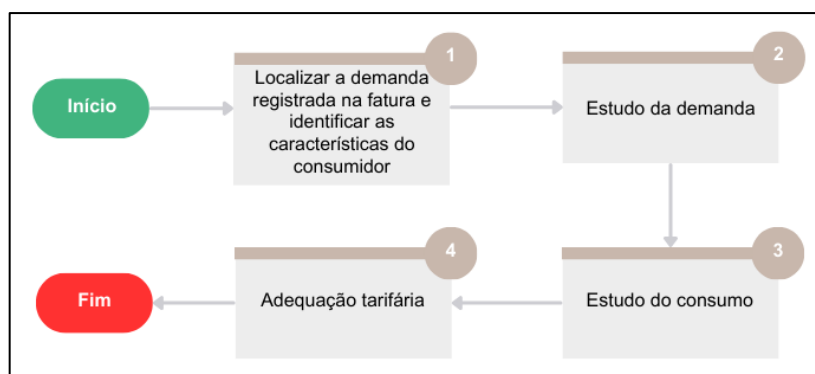
3 METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentadas as equações utilizadas no estudo de caso, assim como o fluxograma do processo de adequação tarifária.

3.1 Fluxograma

A Figura 7 apresenta as etapas que serão seguidas no processo metodológico do estudo de caso.

Figura 7 - Fluxograma.



Fonte: O autor (2024).

1) Localização das demandas nas faturas e apresentação das características da unidade consumidora

Segundo a CARTILHA (2022, p. 32) “para contratar uma nova demanda de energia elétrica, é necessário identificar os valores da demanda contratada atual e das demandas registradas mensalmente nas contas de energia enviadas pela concessionária”. Todavia, a identificação das demandas faturadas referentes aos meses que serão analisados será apresentada apenas na Etapa 2, no estudo da demanda. Nesta etapa, serão identificadas a demanda contratada e algumas características do consumidor, tais como:

- Tensão de fornecimento;
- Potência do seu transformador;
- Modalidade tarifária que se encontrada inserida;
- Demanda contratada.

2) Estudo da demanda nas modalidades tarifárias

Será analisado aqui se há ultrapassagem ou desperdício da demanda registrada em relação à demanda contratada. Para isso, deve-se verificar o histórico de consumo da unidade consumidora com base nos valores de demanda contratada e demanda registrada. Contratos com demanda contratada atual, seja única ou específica para cada posto tarifário, que contenham valores distantes dos reais faturados — abaixo (desperdício) ou acima (excedente) — podem ser otimizados, trazendo benefícios econômicos e sustentáveis (CARTILHA ENERGIA, 2022).

Em seguida, será identificada a nova demanda a ser contratada (kW), se necessário, com base nos valores de demanda registrados ao longo de um ano. Serão consideradas doze faturas de energia, conforme o valor mínimo recomendado para análise, abrangendo o período de abril de 2023 a março de 2024.

A partir do histórico das demandas lançadas nas faturas de energia, pode-se identificar a situação atual de cada mês (desperdício ou ultrapassagem) no desempenho dos últimos meses ou anos, constatando-se propostas de adequação contratual. Além do histórico de demandas registradas, aconselha-se que as circunstâncias do estabelecimento e da região, como a sazonalidade e limite de demanda projetada no projeto elétrico da instalação, sejam avaliados (CARTILHA ENERGIA, 2022).

Para determinar a demanda ideal a ser contratada será utilizado o método da demanda ótima, apresentado no item 2.9.1.9. A equação 2 explica como se calcula a demanda faturada.

$$D_F = \sum_{i=1}^n [\text{Máx}(D_M, D_C) + A_i \times 2 \times (D_M - D_C)] \quad (2)$$

Em que:

- A_i – operador lógico;
- D_F – Demanda Faturada;
- n – ciclo periódico de faturamento analisado.

Quadro 5 - Operador Lógico para os Critérios de Faturamento da Demanda.

Operador	Valor do Operador	Critério de Demanda Faturada
A_i	0	$D_M < D_C$
A_i	0	$D_C \leq D_M \leq D_L$
A_i	1	$D_M > D_L$

Fonte: Adaptado pelo Autor (SILVA, 2022).

3) Estudo do consumo nas modalidades tarifárias

No estudo do consumo, será realizada uma análise para cada modalidade tarifária avaliada, bem como para cada posto tarifário, de acordo os valores de kWh consumidos apresentados nas faturas a serem analisadas. Essa etapa complementa o estudo, considerando a adequação tarifária com base na despesa total de demanda e consumo para cada modalidade. Para a análise do consumo, basta multiplicar o valor da tarifa de cada posto horário, referente a cada modalidade, pela quantidade de energia elétrica consumida (kWh) registrada.

4) Adequação tarifária

A última etapa é analisar o processo de adequação tarifária, verificando se é viável migrar para outra estrutura tarifária ou se o consumidor deve permanecer na modalidade atual. Essa análise é realizada por meio de uma avaliação global dos custos associados a cada modalidade tarifária, sendo a mais viável economicamente aquela que apresentar o menor custo (R\$).

3.2 Equações Tarifárias

As equações a seguir estão descritas na Resolução nº 1000 da Aneel. Com base nessas equações, é possível calcular as parcelas de demanda, consumo e ultrapassagem para cada modalidade tarifária analisada.

3.2.1 Equações da Modalidade Tarifária Verde

Parcela de demanda para modalidade tarifária verde em R\$:

$$P_D = T_D \times (D_C \text{ ou } D_M) \quad (3)$$

Em que:

- D_C – Demanda Contratada;
- D_M – Demanda Medida;
- P_D – Parcela da Demanda;
- T_D – Tarifa da Demanda.

Parcela de consumo para modalidade tarifária verde em R\$:

$$P_C = (T_{CP} \times C_{MP}) + (T_{CFP} \times C_{MFP}) \quad (4)$$

Em que:

- C_{MFP} – Consumo Medido Fora Ponta;
- C_{MP} – Consumo Medido na Ponta;
- P_C – Parcela de Consumo;
- T_{CFP} – Tarifa de Consumo Fora Ponta;
- T_{CP} – Tarifa de Consumo na Ponta.

Parcela de ultrapassagem para modalidade tarifária verde em R\$:

$$P_U = T_U \times (D_M - D_C) \quad (5)$$

Em que:

- P_U – Parcela de Ultrapassagem;
- T_U – Tarifa de Ultrapassagem.

3.2.2 Equações da Modalidade Tarifária Azul

Parcela de demanda para modalidade tarifária azul em R\$:

$$P_D = [T_{DP} \times (D_{CP} \text{ ou } D_{MP})] + [T_{DFP} \times (D_{CFP} \text{ ou } D_{MFP})] \quad (6)$$

Em que:

- D_{CFP} – Demanda Contratada Fora Ponta;

- D_{CP} – Demanda Contratada na Ponta;
- D_{MFP} – Demanda Medida Fora Ponta;
- D_{MP} – Demanda Medida na Ponta;
- T_{DFP} – Tarifa de Demanda Fora Ponta;
- T_{DP} – Tarifa de Demanda na Ponta.

Parcela de consumo para modalidade tarifária azul em R\$:

$$P_C = (T_{CP} \times C_{MP}) + (T_{CFP} \times C_{MFP}) \quad (7)$$

Parcela de ultrapassagem para modalidade tarifária azul em R\$:

$$P_U = [T_{UP} \times (D_{MP} - D_{CP})] + [T_{UFP} \times (D_{MFP} - D_{CFP})] \quad (8)$$

Em que:

- T_{UFP} – Tarifa de Ultrapassagem Fora Ponta;
- T_{UP} – Tarifa de Ultrapassagem na Ponta.

É válido ressaltar que todos os cálculos e gráficos foram elaborados utilizando o software Excel.

4 ESTUDO DE CASO

Este capítulo tem como foco apresentar o estudo de caso, cuja finalidade é analisar a viabilidade econômica da demanda contratada e a escolha da modalidade tarifária adequada. O estudo se propõe a avaliar o perfil de consumo energético de uma indústria de bebidas, observando como essa unidade consumidora se encaixa nas opções tarifárias disponíveis.

Dessa forma, o objetivo é otimizar a contratação de energia elétrica, evitando desperdícios e elevando a eficiência energética. Para isso, verificar-se-á como o consumo de energia da indústria pode ser ajustado às melhores condições tarifárias, visando uma gestão mais econômica e sustentável.

4.1 A Indústria

A unidade em questão trata-se de uma Indústria de Bebidas, localizada na Rua Padre Agobar Valença, S/N, CEP 55297-400, Garanhuns - PE, que implementou geração de energia fotovoltaica no final de março de 2023.

Figura 8 - Imagem Aérea da Indústria de Bebidas.



Fonte: Google Maps (2024).

O consumidor é alimentado pela concessionária Neoenergia Pernambuco e apresenta as seguintes características:

- Tensão de fornecimento: 13,8 kV;
- Transformador: 300 kVA;
- Modalidade tarifária: Grupo A - subgrupo A4 Horossazonal Verde;
- Demanda contratada: 180 kW.

A análise tarifária será desenvolvida com base no histórico das faturas de energia dos anos de 2023 e 2024, avaliando-se a demanda contratada pela indústria durante esse período e a possibilidade de uma adequação tarifária. Considerando que a usina solar fotovoltaica foi implementada em meados de março de 2023, será analisado, ao longo de um ano (de abril de 2023 a março de 2024), o novo comportamento do consumo de energia elétrica da empresa, dado que a demanda permanece a mesma.

4.2 Tarifas

A concessionária Neoenergia Pernambuco divulga resoluções homologatórias relacionadas às novas tarifas que serão aplicadas nos próximos doze meses de faturamento. Essas tarifas são atualizadas anualmente pela Aneel por meio de revisões e reajustes tarifários (SILVA, 2022). Os quadros 6 e 7 ilustram os valores referentes a cada modalidade.

Quadro 6 - Tarifas da Modalidade Tarifária Verde (Subgrupo A4).

MODALIDADE TARIFÁRIA VERDE				
VIGÊNCIA: 29/04/2022 a 28/04/2023				
DESCRIÇÃO	TUSD		TE	TARIFA
	(R\$/kW)	(R\$/kWh)	(R\$/kWh)	
Consumo Ativo na Ponta		1,37519	0,51279	1,88798
Consumo Ativo Fora Ponta		0,08715	0,31735	0,40450
Demanda Ativa	20,44000			20,44000
Ultrapassagem	40,88000			40,88000
MODALIDADE TARIFÁRIA VERDE				
VIGÊNCIA: 14/05/2023 a 28/04/2024				
DESCRIÇÃO	TUSD		TE	TARIFA
	(R\$/kW)	(R\$/kWh)	(R\$/kWh)	
Consumo Ativo na Ponta		1,44865	0,53199	1,98064
Consumo Ativo Fora Ponta		0,09365	0,32094	0,41459
Demanda Ativa	22,87000			22,87000
Ultrapassagem	45,74000			45,74000

Fonte: Adaptado pelo Autor (NEOENERGIA, 2022-2024).

Quadro 7 - Tarifas da Modalidade Tarifária Azul (Subgrupo A4).

MODALIDADE TARIFÁRIA AZUL				
VIGÊNCIA: 29/04/2022 a 28/04/2023				
DESCRIÇÃO	TUSD		TE	TARIFA
	(R\$/kW)	(R\$/kWh)	(R\$/kWh)	
Consumo Ativo na Ponta		0,08715	0,51279	0,59994
Consumo Ativo Fora Ponta		0,08715	0,31735	0,40450
Demanda Ativa na Ponta	53,02000			53,02000
Demanda Ativa Fora Ponta	20,44000			20,44000
Ultrapassagem na Ponta	106,04000			106,04000
Ultrapassagem Fora Ponta	40,88000			40,88000
MODALIDADE TARIFÁRIA AZUL				
VIGÊNCIA: 14/05/2023 a 28/04/2024				
DESCRIÇÃO	TUSD		TE	TARIFA
	(R\$/kW)	(R\$/kWh)	(R\$/kWh)	
Consumo Ativo na Ponta		0,09365	0,53199	0,62564
Consumo Ativo Fora Ponta		0,09365	0,32094	0,41459
Demanda Ativa na Ponta	55,80000			55,80000
Demanda Ativa Fora Ponta	22,87000			22,87000
Ultrapassagem na Ponta	111,60000			111,60000
Ultrapassagem Fora Ponta	45,74000			45,74000

Fonte: Adaptado pelo Autor (NEOENERGIA, 2022-2024).

Alguns pontos importantes devem ser destacados: durante o ciclo estudado, as condições de geração de energia elétrica foram favoráveis, resultando na aplicação da bandeira tarifária verde em todos os meses analisados, o que evitou adicionais devido ao acréscimo de bandeiras tarifárias. Além disso, os tributos (PIS/COFINS e ICMS) não foram considerados nas análises, ou seja, os valores apresentados incluem apenas os valores brutos das tarifas fornecidas pela Concessionária local.

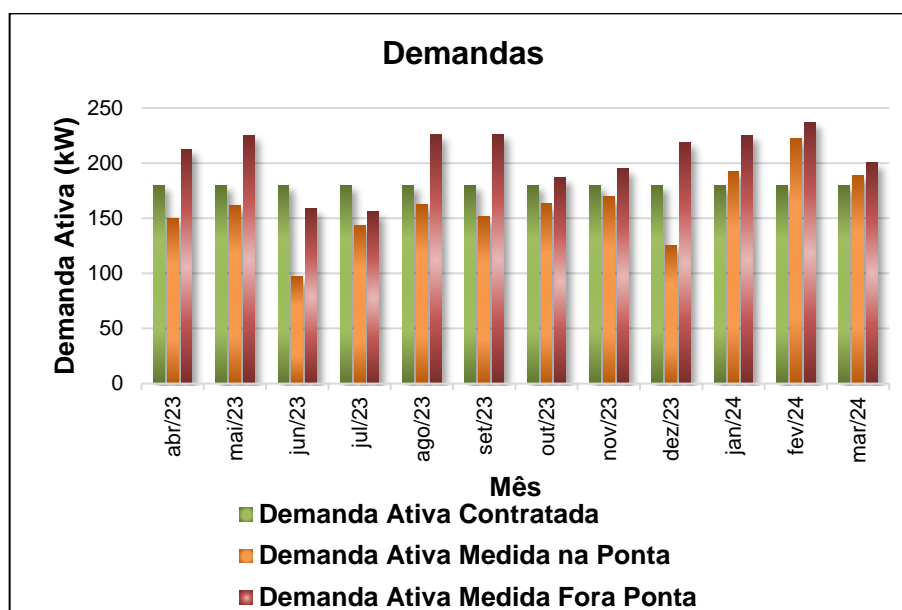
4.3 Estudo da Demanda

Inicialmente, serão apresentados os dados relativos à condição atual da unidade consumidora, que está enquadrada na modalidade tarifária horossazonal verde, com uma única demanda contratada para ambos os postos tarifários. Em seguida, será feito um ajuste nessa modalidade tarifária visando otimizar a demanda. Após essa etapa, será realizada uma análise detalhada da modalidade horossazonal azul, permitindo a comparação entre as duas modalidades e a identificação da opção mais vantajosa para a unidade consumidora.

Não será realizada a análise do consumidor para a opção de faturamento pelo grupo B, pois, de acordo com o Art. 292 da Resolução Normativa nº 1000 da Aneel, para que isso ocorra, o consumidor do grupo A deve atender ao seguinte critério: “a soma das potências nominais dos transformadores da unidade consumidora for menor ou igual a 112,5 kVA” (Aneel, 2021, p. 129). Vimos, no item 4.1, que isso não ocorre.

O Gráfico 1 apresenta as demandas da unidade consumidora, com dados extraídos diretamente das faturas mensais.

Gráfico 1 - Histórico da Demanda de Energia.



Fonte: O Autor (2024).

A Tabela 1 apresenta os valores de demanda registrados ao longo dos meses analisados.

Tabela 1 - Histórico de Demanda da Indústria.

Mês	Demanda Ativa Medida Ponta (kW)	Demanda Ativa Medida Fora Ponta (kW)	Demanda Ativa Contratada (kW)	Demanda Ativa Limite (kW)	Demanda Ativa Medida (kW)	Demanda Ativa Excedente (kW)	Demanda Ativa Faturada (kW)	Valor Demanda Ativa Faturada (R\$)
abr/23	149,86	212,35	180	189	212,35	32,35	277,05	5.662,90
mai/23	161,78	225,46	180	189	225,46	45,46	316,38	6.851,21
jun/23	97,1	158,76	180	189	158,76	0,00	180	4.116,60
jul/23	143,64	155,74	180	189	155,74	0,00	180	4.116,60
ago/23	162,62	225,62	180	189	225,62	45,62	316,86	7.246,59
set/23	151,37	226,3	180	189	226,3	46,30	318,90	7.293,24
out/23	163,3	186,65	180	189	186,65	6,65	186,65	4.268,69
nov/23	169,34	195,05	180	189	195,05	15,05	225,15	5.149,18
dez/23	125,66	219,07	180	189	219,07	39,07	297,21	6.797,19
jan/24	192,53	225,12	180	189	225,12	45,12	315,36	7.212,28
fev/24	222,6	237,05	180	189	237,05	57,05	351,15	8.030,80
mar/24	188,83	200,59	180	189	200,59	20,59	241,77	5.529,28
MÉDIA							267,21	6.022,88
TOTAL							3.206,48	72.274,56

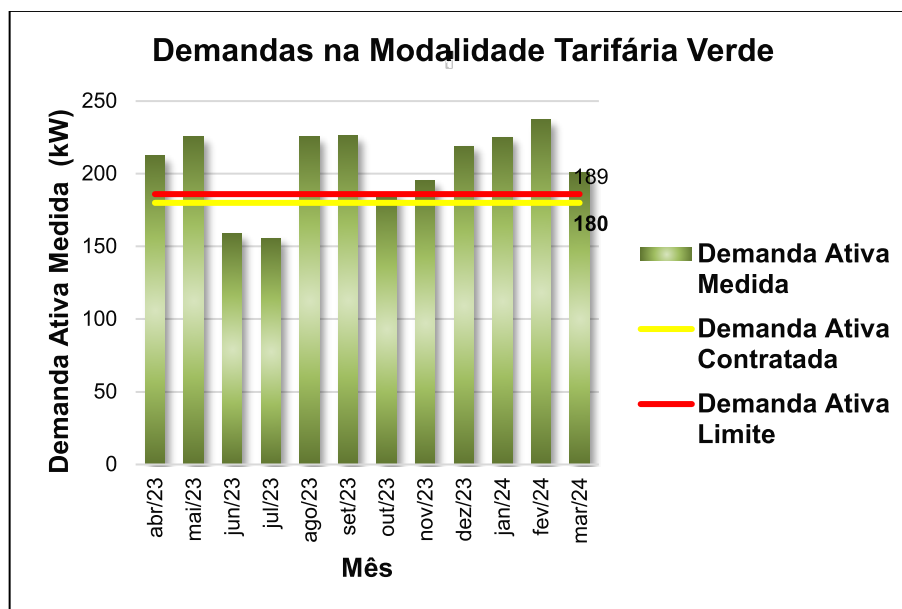
Fonte: O Autor (2024).

Conforme apresentado na Tabela 1, ao longo dos 12 meses avaliados, a unidade consumidora, com uma demanda contratada de 180 kW, registrou uma demanda faturada total de 3.206,48 kW, resultando em um custo total de R\$ 72.274,56 referente à demanda. A partir da Tabela 1, observa-se que a demanda média faturada foi de 267,21 kW, enquanto o custo médio mensal associado à demanda atingiu o valor de R\$ 6.022,88.

4.3.1 Estudo da Demanda na Modalidade Tarifária Verde

O Gráfico 2 apresenta os valores mensais da demanda medida, representados por barras. As duas linhas, paralelamente ao eixo das abscissas, indicam a demanda contratada e a demanda limite, ambos valores fixos estabelecidos em contrato. Essas linhas atuam como referências, permitindo que se observe, de forma clara, quando a demanda medida ultrapassa os limites acordados.

Gráfico 2 - Valores Atuais de Demanda da Indústria (MTV).



Fonte: O Autor (2024).

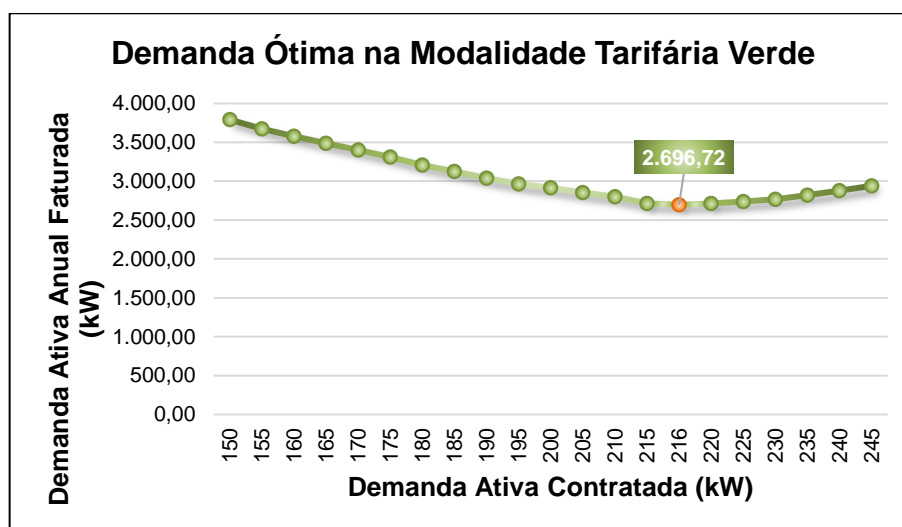
Tanto a Tabela 1 quanto o Gráfico 2 evidenciam que, na maioria dos meses analisados, as demandas medidas ultrapassaram a demanda contratada, resultando no faturamento pela 3ª condição tarifária. Esse comportamento sugere uma demanda

de potência maior do que o inicialmente previsto no contrato. Observa-se também que pico de demanda foi registrado no mês de fevereiro, o que pode ser atribuído ao funcionamento contínuo da indústria em três turnos ao longo desse período, o que, naturalmente, aumenta o consumo de energia. Em suma, esses dados revelam que a unidade está ultrapassando significativamente a demanda contratada, o que implica custos adicionais monetários, indicando uma necessidade de reavaliação do contrato de demanda para evitar despesas desnecessárias e otimizar o uso de energia elétrica.

Para definir o valor ideal de demanda foi elaborada uma planilha no Excel com vinte e um diferentes valores de demanda contratada. O cálculo foi feito de acordo com a equação (2), utilizando o método da demanda ótima. A análise abrangeu uma faixa de valores entre 150 kW e 245 kW, com incrementos de 5 kW. Após a simulação dos cenários, o valor da demanda ótima identificada foi de 216 kW, representando um acréscimo de 36 kW em comparação com a demanda atual.

Conforme ilustrado na Tabela 1, a demanda contratada atual gerou uma demanda faturada anual de 3.206,48 kW. No entanto, caso a demanda ótima tivesse sido adotada, a demanda faturada ao longo do ano teria sido reduzida para 2.696,72 kW, como pode ser visto no Gráfico 3. Essa diferença ressalta a importância de ajustar a demanda contratada para um valor que melhor se alinhe ao perfil de consumo da unidade, promovendo não apenas redução de custos, mas também uma maior eficiência no uso da energia.

Gráfico 3 - Obtenção da Demanda Ótima para a Indústria (MTV).



Fonte: O Autor (2024).

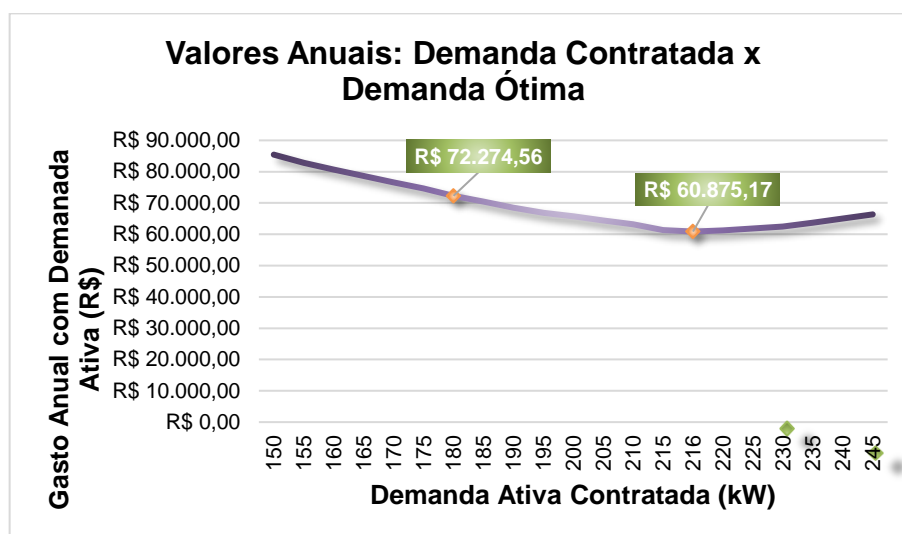
Ao analisar o custo anual associado a cada demanda contratada, sem considerar os impostos, verifica-se que a demanda ótima é aquela que resulta no menor valor de demanda faturada ao longo do ano. Essa otimização, quando implementada, pode gerar uma economia considerável para a unidade consumidora. Conforme demonstrado na Tabela 2 e no Gráfico 4, há uma redução clara no faturamento quando se adota a demanda ótima. Esse ajuste proporciona uma diminuição significativa no custo com a energia elétrica. Dessa maneira, conforme visto anteriormente nos dados da demanda contratada atual, o custo anual gerado foi de R\$ 72.274,56. No entanto, se a demanda ótima tivesse sido utilizada, o custo anual teria sido reduzido para R\$ 60.875,17, evidenciando uma economia relevante.

Tabela 2 - Dados referentes a Demanda da Indústria para Demanda Ótima (MTV).

Mês	Demanda Ativa Medida Ponta (kW)	Demanda Ativa Medida Fora Ponta (kW)	Demanda Ativa Ótima Contratada (kW)	Demanda Ativa Ótima Limite (kW)	Demanda Ativa Medida (kW)	Demanda Ativa Excedente (kW)	Demanda Ativa Faturada (kW)	Valor Demanda Ativa Faturada (R\$)
abr/23	149,86	212,35	216	227	212,35	0,00	216,00	4.415,04
mai/23	161,78	225,46	216	227	225,46	9,46	225,46	4.882,34
jun/23	97,1	158,76	216	227	158,76	0,00	216,00	4.939,92
jul/23	143,64	155,74	216	227	155,74	0,00	216,00	4.939,92
ago/23	162,62	225,62	216	227	225,62	9,62	225,62	5.159,93
set/23	151,37	226,3	216	227	226,3	10,30	226,30	5.175,48
out/23	163,3	186,65	216	227	186,65	0,00	216,00	4.939,92
nov/23	169,34	195,05	216	227	195,05	0,00	216,00	4.939,92
dez/23	125,66	219,07	216	227	219,07	3,07	219,07	5.010,13
jan/24	192,53	225,12	216	227	225,12	9,12	225,12	5.148,49
fev/24	222,6	237,05	216	227	237,05	21,05	279,15	6.384,16
mar/24	188,83	200,59	216	227	200,59	0,00	216,00	4.939,92
MÉDIA							224,73	5.072,93
TOTAL							2.696,72	60.875,17

Fonte: O Autor (2024).

Gráfico 4 - Custo Anual da Indústria com Demanda Faturada (MTV).

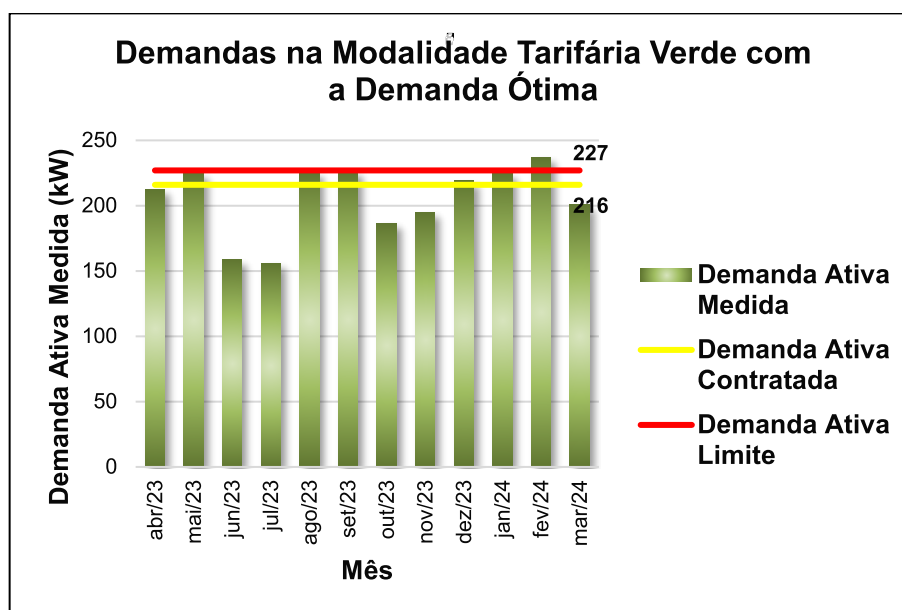


Fonte: O Autor (2024).

Nota-se que nesse cenário a otimização da demanda contratada resultaria em uma economia anual de R\$ 11.399,39, o que corresponde a uma redução mensal de R\$ 949,95. Esse ajuste reflete uma melhoria significativa nos custos energéticos, evidenciando a importância de uma gestão eficiente da demanda contratada. A redução percentual no custo com a demanda contratada pode ser expressa em aproximadamente 16%, quando comparada ao faturamento estudado. Esse tipo de otimização reduz o risco de desperdícios financeiros e avaliações contratuais por ultrapassagem de demanda (multas), o que pode comprometer a rentabilidade da indústria. Dessa forma, a adequação da demanda contratada não apenas reduz os custos diretos com energia elétrica, mas também melhora a previsibilidade orçamentária, tornando a gestão financeira da empresa mais eficiente e estratégica.

O Gráfico 5 ilustra a relação entre os valores de demanda medidos e os valores otimizados de demanda contratada e demanda limite.

Gráfico 5 - Contrato Ajustado (MTV).



Fonte: O Autor (2024).

Pode-se observar uma aproximação significativa entre as linhas que representam a demanda ótima e a demanda limite em relação às barras que correspondem às demandas medidas ao longo dos doze meses, em contraste com o que foi mostrado no Gráfico 2. Essa proximidade ocorre devido à característica da demanda ótima de minimizar ao máximo os custos com desperdícios e ultrapassagens. Portanto, comprova-se que a adoção da demanda ótima permite uma otimização no uso da energia fornecida à unidade consumidora, garantindo que o cliente pague apenas pelo que usou.

4.3.2 Estudo da Demanda na Modalidade Tarifária Azul

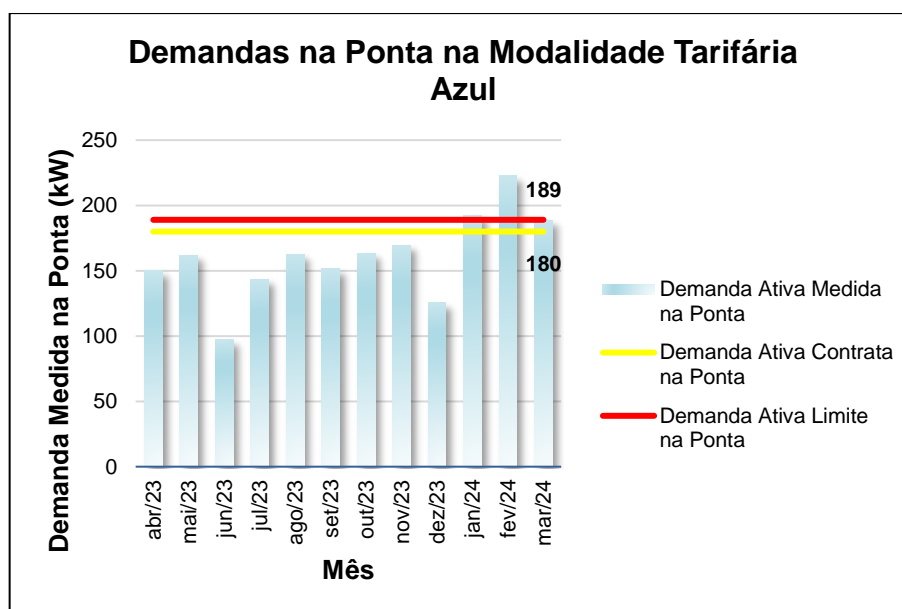
Para que o cliente possa utilizar essa modalidade, é necessário firmar um contrato com a concessionária local de energia, especificando duas demandas distintas: uma para o período de ponta e outra para o período fora de ponta. Isso ocorre porque as tarifas aplicadas à demanda variam conforme o horário, sendo mais elevadas durante os horários de ponta e reduzidas nos horários fora de ponta.

A metodologia aplicada segue o mesmo procedimento utilizado na análise da modalidade verde, porém, neste caso, é realizada uma avaliação tanto para o período

tarifário de ponta quanto para o de fora ponta. Esse estudo leva em consideração as diferenças tarifárias entre os dois postos, permitindo uma análise mais precisa do comportamento da demanda em cada intervalo.

O Gráfico 6 apresenta os valores mensais da demanda medida na ponta, representados por barras. As duas linhas, paralelamente ao eixo das abcissas, indicam a demanda contratada e a demanda limite para o período de ponta na modalidade tarifária azul.

Gráfico 6 - Valores Atuais de Demanda na Ponta da Indústria (MTA).



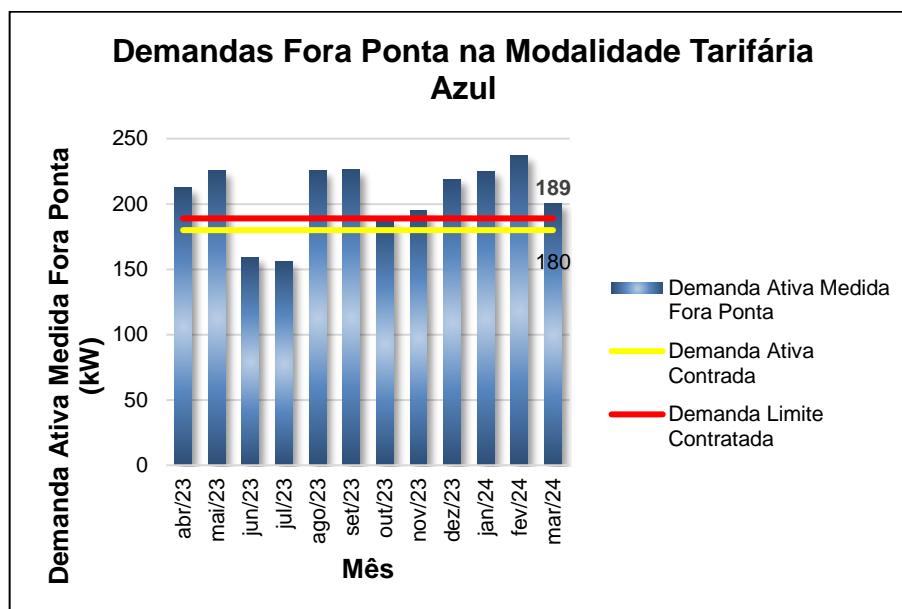
Fonte: O Autor (2024).

Ao analisar o Gráfico 6, percebe-se que, em nove dos doze meses avaliados, a demanda medida está significativamente abaixo dos limites da demanda contratada, o que resulta em desperdício para a unidade consumidora. Essa discrepância pode ser explicada pelo fato de a indústria operar predominantemente em dois turnos (manhã e tarde), com exceção de alguns períodos do ano em que o trabalho se estende para três turnos. Durante esse período, o consumidor arca com o valor correspondente à demanda única contratada de 180 kW, conforme os parâmetros da modalidade horária verde.

O Gráfico 7 apresenta os valores mensais da demanda medida na ponta, representados por barras. As duas linhas, paralelamente ao eixo das abcissas,

indicam a demanda contratada e a demanda limite para o período fora ponta na modalidade tarifária azul.

Gráfico 7 - Valores Atuais de Demanda Fora Ponta da Indústria (MTA).



Fonte: O Autor (2024).

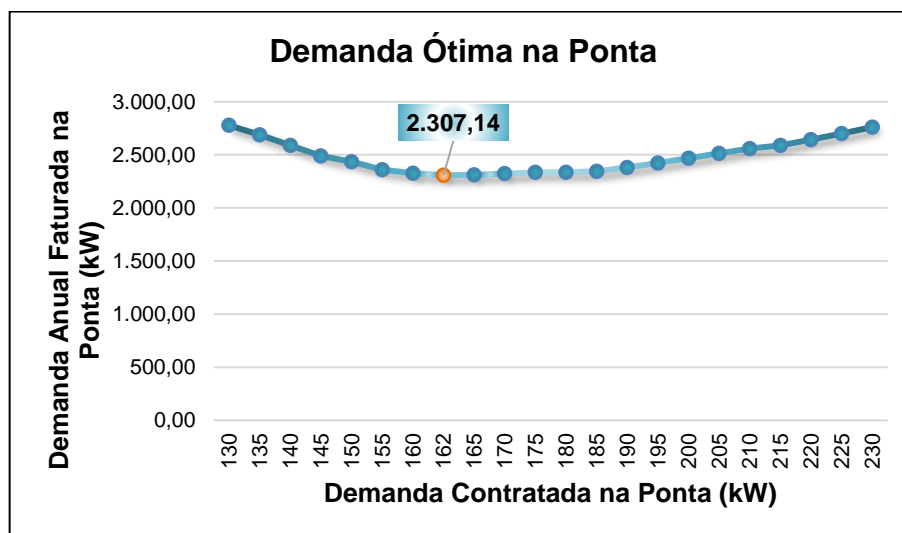
Ao examinar o Gráfico 7 nota-se que ele é equivalente ao Gráfico 2, que se refere à modalidade tarifária verde, em que se considera o maior valor registrado entre os dois períodos tarifários. Como os picos de demanda ocorreram no período fora de ponta, esses valores serão os faturados. Além disso, como a tarifa de demanda fora ponta na modalidade azul é igual à tarifa de demanda única da modalidade verde, a análise do período fora ponta será a mesma, já observada na modalidade verde.

Diante disso, o próximo passo consiste em avaliar o comportamento da demanda no período de ponta e, posteriormente, somar os valores desse período com os de fora ponta para obter o total gasto com demanda na modalidade tarifária azul. Essa comparação permitirá verificar se a migração para a modalidade azul trará vantagens em relação à situação atual da unidade consumidora, que opera sob a modalidade verde. Entretanto, considerando que os custos no posto tarifário fora ponta são equivalentes aos da modalidade tarifária verde, e levando em conta a existência do período de ponta, pode-se concluir que, em termos de demanda, a modalidade tarifária azul não é vantajosa para esta unidade consumidora.

Para definir o valor da demanda ideal na modalidade tarifária azul, será utilizado o mesmo método aplicado na modalidade tarifária verde. Vale ressaltar que a demanda ideal no período fora de ponta é idêntica à observada na modalidade verde. Portanto, para calcular a demanda ótima na ponta foi utilizada novamente a equação (2). A análise abrangeu uma faixa de valores entre 130 kW e 230 kW, com incrementos de 5 kW. Após a simulação dos cenários, o valor da demanda ótima identificada foi de 162 kW, representando uma redução de 18 kW em comparação com a demanda atual.

O Gráfico 8 ilustra a demanda ideal no período de ponta, além de apresentar o respectivo faturamento anual associado a essa demanda.

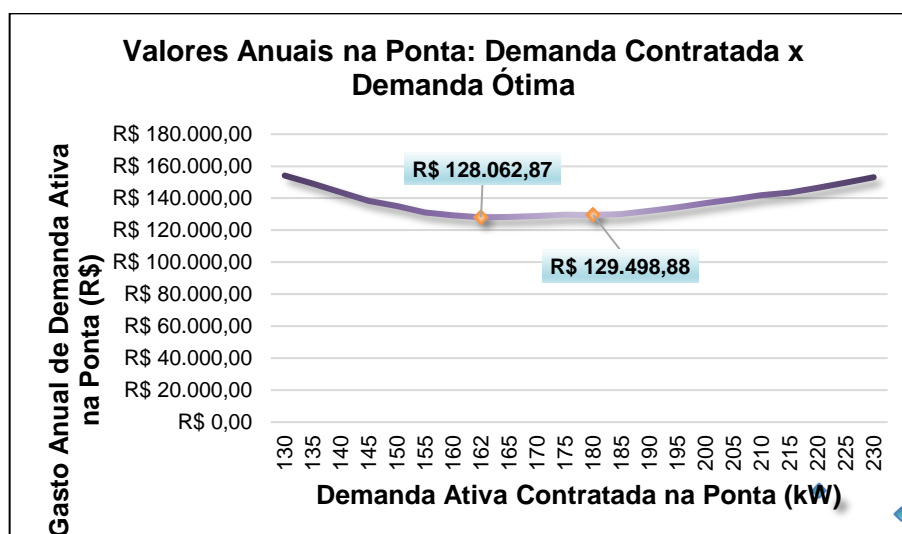
Gráfico 8 - Obtenção da Demanda Ótima na Ponta para a Indústria (MTA).



Fonte: O Autor (2024).

O Gráfico 9 mostra os valores anuais faturados tanto para a demanda atual na ponta quanto para a demanda ideal na ponta, permitindo uma comparação clara entre ambos os cenários.

Gráfico 9 - Custo Anual da Indústria com Demanda Faturada na Ponta (MTA).

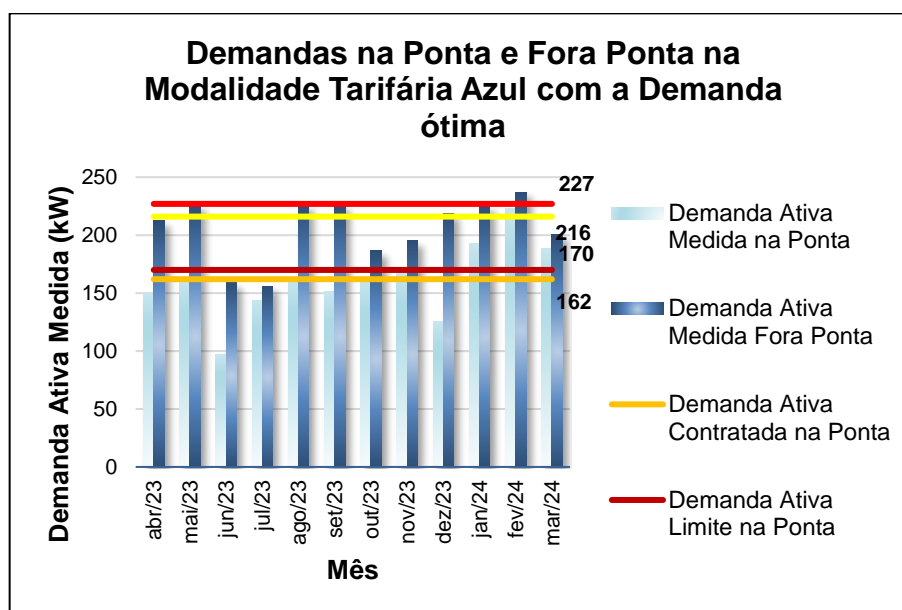


Fonte: O Autor (2024).

Pode-se notar que nesse cenário a otimização da demanda contratada resultaria em uma economia anual de R\$ 1.436,01, o que corresponde a uma redução mensal de R\$ 119,69. Esse ajuste reflete uma melhoria nos custos energéticos, mas não tão significativa. A redução percentual no custo com a demanda contratada na ponta pode ser expressa em um pouco mais 1%, quando comparada ao faturamento atual.

O Gráfico 10 mostra a relação entre os valores de demanda medidos na ponta e fora de ponta e os valores otimizados de demanda contratada e demanda limite para ambos os postos tarifários.

Gráfico 10 - Contrato Ajustado (MTA).



Fonte: O Autor (2024).

A Tabela 3 exibe os valores anuais correspondentes às demandas otimizadas na modalidade tarifária azul, juntamente com a descrição detalhada dos custos relacionados a essa modalidade.

Tabela 3 - Dados referentes a Demanda da Indústria para Demanda Ótima na Ponta e Fora Ponta (MTA).

Demanda Ativa Ótima Faturada na Ponta (kW)	Demanda Ativa Ótima Faturada Fora Ponta (kW)	Valor Demanda Ótima Ativa Faturada (R\$)	Valor Demanda Ótima Ativa Fora Ponta Faturada (R\$)	Valor Total Demanda Ativa Ótima Faturada (R\$)
2.307,14	2.696,72	128.062,87	60.875,17	188.938,04

Fonte: O Autor (2024).

4.3.3 Comparação da Demanda: Modalidade Tarifária Verde x Modalidade Tarifária Azul

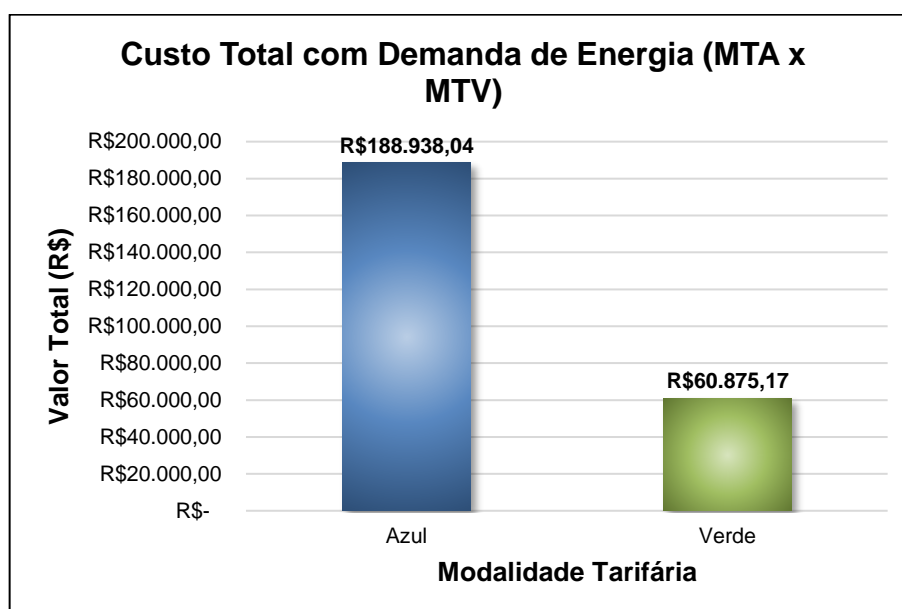
A Tabela 4 e o Gráfico 11 apresentam os resultados obtidos de demanda de energia para as duas modalidades tarifárias, destacando suas respectivas demandas otimizadas.

Tabela 4 - Dados Comparativos de Demanda da Indústria para Demanda Ótima (MTA x MTV).

Modalidade Tarifária Verde		Modalidade Tarifária Azul				
Demanda Ativa Ótima Faturada (kW)	Valor Total Demanda Ativa Ótima Faturada (R\$)	Demanda Ativa Ótima Faturada na Ponta (kW)	Demanda Ativa Ótima Faturada Fora Ponta (kW)	Valor Demanda Ativa Ótima na Ponta Faturada (R\$)	Valor Demanda Ativa Ótima Fora Ponta Faturada (R\$)	Valor Total Demanda Ativa Ótima Faturada (R\$)
2.696,72	60.875,17	2.307,14	2.696,72	128.062,87	60.875,17	188.938,04

Fonte: O Autor (2024).

Gráfico 11 - Gasto Total com Demanda Faturada em cada Modalidade Tarifária.



Fonte: O Autor (2024).

Nota-se que a demanda na modalidade tarifária verde é mais econômica, gerando uma redução anual de cerca de 68% em comparação à modalidade horária azul. Portanto, em termos de demanda, não é viável para a indústria migrar para modalidade tarifária azul.

4.4 Estudo do Consumo

Neste item foi realizada uma análise do consumo de energia ativa ao longo dos doze meses avaliados da unidade consumidora. Inicialmente, a análise será feita na modalidade tarifária verde e, em seguida, será avaliada a modalidade azul, considerando uma possível migração para fins de comparação do consumo de energia elétrica. Embora se trate de uma indústria, que geralmente enfrenta problemas relacionados ao consumo de energia reativa, essa variável foi desconsiderada para os propósitos deste estudo.

4.4.1 Estudo do Consumo na Modalidade Tarifária Verde

A Tabela 5 exibe os dados de consumo de energia elétrica e os respectivos valores relacionados à modalidade tarifária verde.

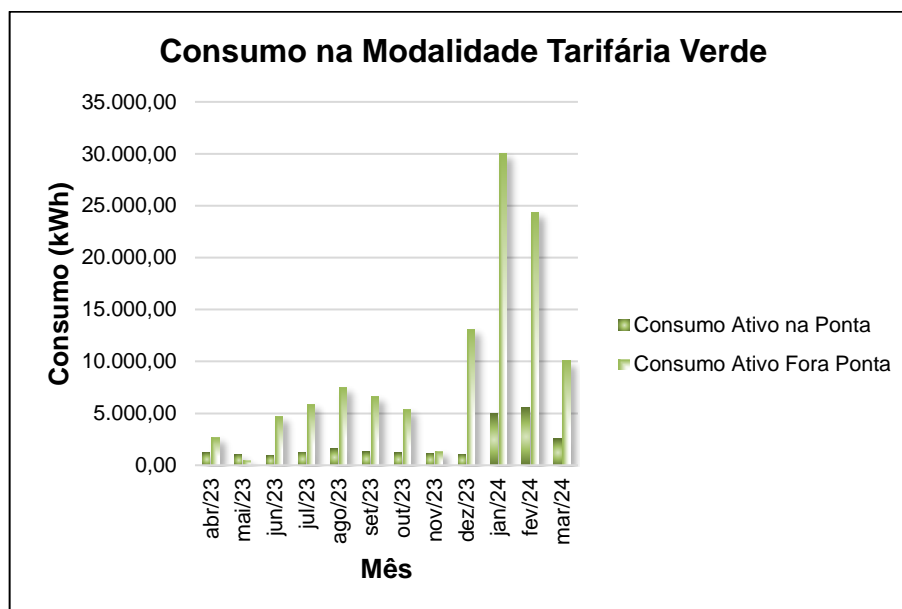
Tabela 5 - Dados Referentes ao Consumo de Energia (MTV).

Mês	Consumo Ativo Ponta (kWh)	Consumo Ativo Fora Ponta (kWh)	Valor Consumo Ponta (R\$)	Valor Consumo Fora Ponta (R\$)	Valor Total Consumido (R\$)
abr/23	1.231,06	2.704,21	2.324,22	1.093,85	3.418,07
mai/23	1.041,39	429,79	2.014,32	176,02	2.190,34
jun/23	946,30	4.731,01	1.874,28	1.961,43	3.835,71
jul/23	1.268,53	5.871,94	2.512,50	2.434,45	4.946,95
ago/23	1.610,03	7.531,60	3.188,89	3.122,53	6.311,42
set/23	1.290,03	6.631,76	2.555,09	2.749,46	5.304,55
out/23	1.195,32	5.380,37	2.367,50	2.230,65	4.598,15
nov/23	1.137,23	1.357,10	2.252,44	562,64	2.815,08
dez/23	1.034,42	13.097,99	2.048,81	5.430,30	7.479,11
jan/24	4.985,78	30.046,60	9.875,04	12.457,02	22.332,06
fev/24	5.589,74	24.393,47	11.071,26	10.113,29	21.184,55
mar/24	2.529,66	10.063,79	5.010,35	4.172,35	9.182,69
MÉDIA	1.988,29	9.353,30	3.924,56	3.875,33	7.799,89
TOTAL	23.859,49	112.239,63	47.094,70	46.503,97	93.598,67

Fonte: O Autor (2024).

O Gráfico 12 ilustra o consumo mensal de energia elétrica na modalidade tarifária horossazonal verde.

Gráfico 12 - Histórico do Consumo de Energia da Indústria.



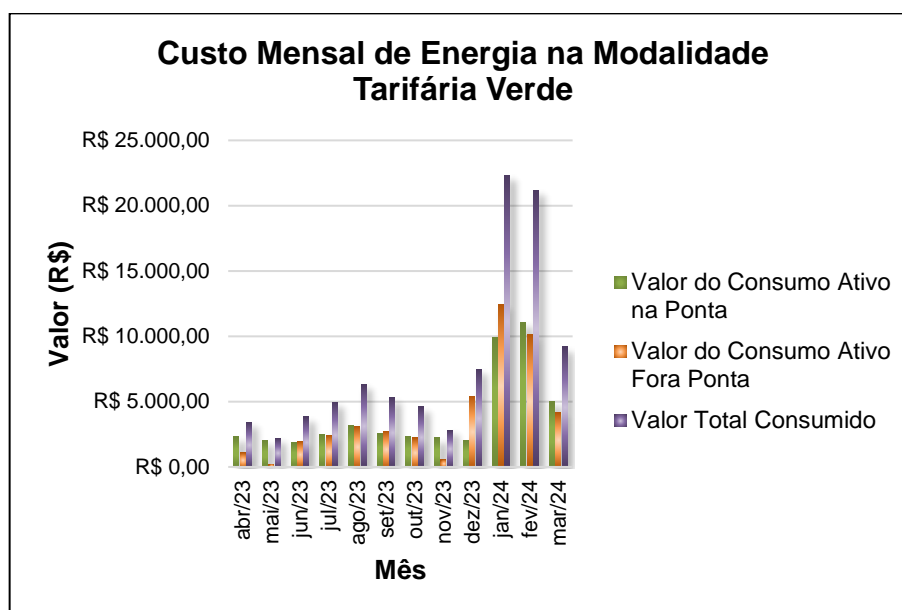
Fonte: O Autor (2024).

Observa-se uma clara discrepância no consumo de energia elétrica entre os diferentes postos tarifários, com um consumo significativamente maior no horário fora ponta. Isso ocorre porque, na maior parte do ano, a indústria opera apenas no horário comercial. É importante ressaltar também que, durante o período fora ponta, há o abatimento no consumo devido à geração de energia pela usina da própria unidade, o que significa que a energia gerada é consumida simultaneamente pela indústria.

Além disso, destaca-se que, apesar de a instalação da usina fotovoltaica não ter influenciado na demanda contratada, o impacto sobre o consumo de energia é notável, resultando em uma redução significativa. No entanto, mesmo com essa redução, o consumo ainda pode ser considerado elevado. Em termos comparativos, o consumo do kWh no horário de ponta representa cerca de 21% do consumo total registrado no período fora de ponta.

O Gráfico 13 exhibe as despesas com consumo de energia para cada posto tarifário, além de mostrar o total gasto em cada mês analisado.

Gráfico 13 - Gasto Mensal com Energia (MTV).



Fonte: O Autor (2024).

Ao comparar os custos entre os dois períodos tarifários, observa-se que o valor cobrado no período de ponta é ligeiramente superior ao do período fora de ponta, com uma diferença mínima de aproximadamente 600 reais anualmente. Esse resultado se justifica pela característica específica da modalidade tarifária verde, em que a tarifa aplicada durante o período de ponta é significativamente mais elevada.

4.4.2 Estudo do Consumo na Modalidade Tarifária Azul

A Tabela 6 e o Gráfico 14 exibem os dados de consumo de energia elétrica e os respectivos valores relacionados à modalidade tarifária azul.

durante o período de ponta. Essa variação ocorre porque nesta modalidade tarifária a diferença de preço do kWh entre o posto de ponta e o posto fora ponta é relativamente pequena, mesmo que o período de ponta tenha uma tarifa mais elevada. Diferentemente do que ocorre na modalidade tarifária verde, o custo no período de ponta representa apenas 32% do custo total no posto fora ponta. Além disso, o consumo de kWh no horário de ponta equivale a cerca de 21% do consumo total registrado no período fora ponta, mantendo-se em linha com a análise anterior.

4.4.3 Comparação do Consumo: Modalidade Tarifária Verde x Modalidade Tarifária Azul

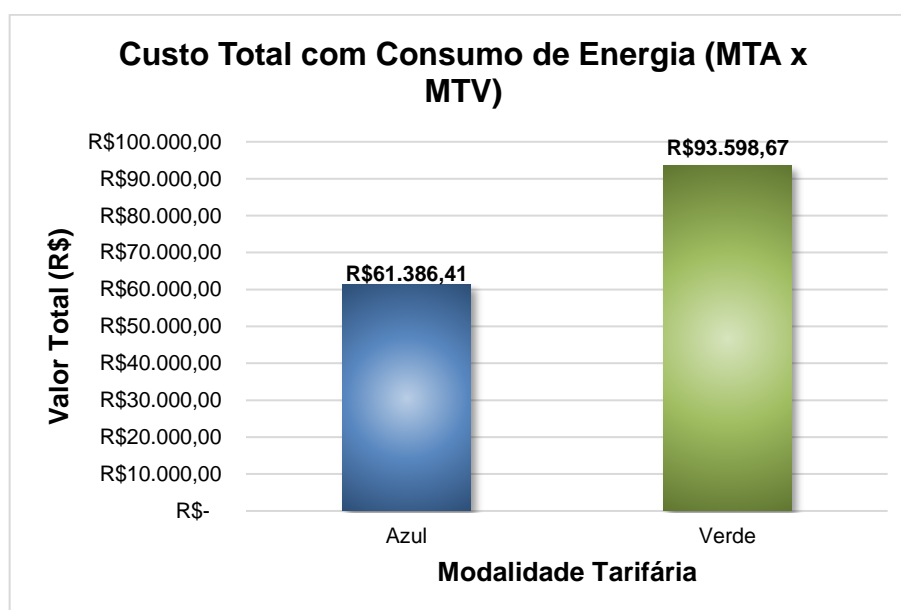
A Tabela 7 e o Gráfico 15 mostram os valores totais desembolsados com o consumo de energia nas duas modalidades tarifárias.

Tabela 7 - Dados Comparativos de Consumo da Indústria (MTA x MTV).

Custo Total com Consumo de Energia Elétrica	
Modalidade Tarifária Azul	Modalidade Tarifária Verde
R\$ 61.386,41	R\$ 93.538,87

Fonte: O Autor (2024).

Gráfico 15 - Gasto Total com Consumo para cada Modalidade Tarifária.



Fonte: O Autor (2024).

Ao compararmos o valor R\$ do consumo entre as duas modalidades tarifárias, percebemos que a modalidade azul se mostra mais viável em relação a verde. Isso se deve ao fato de as tarifas de consumo de energia na modalidade azul serem mais baixas, resultando numa economia de aproximadamente 35% em relação ao custo total do consumo na modalidade verde. Contudo, é importante considerar o custo global, incluindo tanto a demanda quanto o consumo, para tirar conclusões definitivas. Para este caso, é visível a disparidade econômica da modalidade vigente.

4.5 Análise Global: Modalidade Tarifária Verde x Modalidade Tarifária Azul

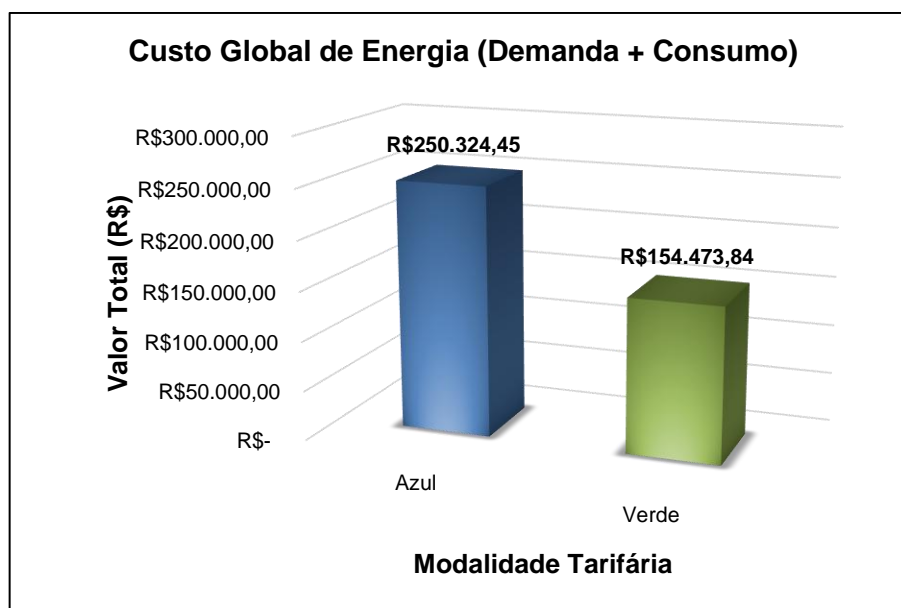
Neste tópico será realizada uma análise comparativa entre as duas modalidades tarifárias, levando em consideração os custos totais, ou seja, tanto a demanda quanto o consumo de energia elétrica. A Tabela 8 e o Gráfico 16 apresentam os valores globais correspondentes a cada modalidade.

Tabela 8 - Custo Global (MTA x MTV).

Custo Global	
Modalidade Tarifária Azul	Modalidade Tarifária Verde
R\$ 250.324,45	R\$ 154.473,84

Fonte: O Autor (2024).

Gráfico 16 - Gasto Total para cada Modalidade Tarifária.



Fonte: O Autor (2024).

Com base nos dados, conclui-se que a modalidade tarifária mais vantajosa para a unidade consumidora é a modalidade tarifária verde, na qual ela já está enquadrada, proporcionando uma economia de 38% em relação à modalidade tarifária azul. Apenas se faz necessário o ajuste da demanda contratada, conforme demonstrado no item 4.2.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, foi realizado um estudo de adequação tarifária para uma indústria de bebidas, considerando o perfil de consumo da unidade ao longo de doze meses, totalizando um ano de análise, após a implementação de um sistema de minigeração distribuída fotovoltaica. O período estudado abrangeu de abril de 2023 a março de 2024. Inicialmente, observou-se que a instalação da usina fotovoltaica trouxe mudanças significativas no consumo de energia, mas não impactou diretamente a demanda contratada da unidade.

Ao longo da análise, constatou-se a necessidade de reajustar a demanda contratada da indústria, sendo proposto, a partir do método da "demanda ótima", que o valor ideal de demanda será de 216 kW, ou seja, 36 kW a mais do que o valor atualmente contratado, já que a demanda atual não atende às necessidades da unidade, gerando recorrentes multas por exceder a demanda limite contratada. Essa correção resultará em uma economia anual de cerca de 16%, o que equivale a R\$ 11.399,39.

Além disso, foi comprovado que a modalidade tarifária mais vantajosa para o cliente continua sendo a modalidade verde, na qual a unidade já está inserida. A análise de uma possível migração para outra modalidade tarifária demonstrou que haveria um aumento de 62% nos custos, tornando a mudança financeiramente inviável para a unidade consumidora.

Diante disso, fica claro que uma análise tarifária regular é essencial para ajustar a demanda contratada de forma eficiente, evitando gastos desnecessários e promovendo a eficiência energética do empreendimento.

REFERÊNCIAS

ABRACEL. **Cartilha mercado livre de energia elétrica**: um guia básico para quem deseja comprar sua energia elétrica no mercado livre. 2019. Disponível em: <https://abraceel.com.br/biblioteca/2019/05/cartilhamercadolivredeenergiaelettrica/>. Acesso em: 05 dez. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Procedimentos de Regulação Tarifária (PRORET) – Módulo 7.1: Estrutura tarifária das concessionárias de distribuição**. 2023. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren20231060_2_1.pdf. Acesso em: 03 nov. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 1.000, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2021(*)**. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.pdf>. Acesso em: 29 set. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Custo da energia que chega aos consumidores**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/entenda-a-tarifa/custo-da-energia-que-chega-aos-consumidores>. Acesso em: 21 out. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Modalidades Tarifárias**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/entenda-a-tarifa/modalidades-tarifarias>. Acesso em: 21 out. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Postos Tarifários**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/entenda-a-tarifa/postos-tarifarios>. Acesso em: 23 out. 2024.

ANEEL. **Por dentro da conta de luz**: informação de utilidade pública. 7ª ed. Brasília: ANEEL, 2016. Disponível em: https://www.arce.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/53/2017/09/cartilha-aneel-por-dentro-da-conta-de-luz_2016.pdf. Acesso em: 19 set. 2024.

BARROS, José Danilo Leão. **Gerenciamento de energia elétrica no campus da UFCG em Campina Grande**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/17578>. Acesso em: 02 dez. 2023.

BORTOLO, Luis Carlos de. **A busca pela eficiência energética na indústria**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Centro Universitário UNIFACVEST, Lajes, 2018. Disponível em: <https://www.unifacvest.edu.br/assets/uploads/files/arquivos/870fe-bortolo,-l.-c.-a-busca-pela-eficiencia-energetica-na-industria.-tcc,-2018..pdf>. Acesso em: 30 out. 2024.

CAVALCANTE, André Fellipe de Souza. **Estudo de caso de migração de consumidor do grupo A para o grupo B, com viabilidade econômica da**

implantação de um sistema fotovoltaico on-grid. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/17578>. Acesso em: 03 dez. 2023.

CELESC. **Eficiência energética e gestão da energia elétrica na indústria:** manual técnico orientativo. Disponível em: <https://www.tjsc.jus.br/documents/27451/767802/Manual+de+Consumo+Inteligente++CELESC/9cfea243-baad-4d94-9a7f-e7db32dea8ed>. Acesso em: 06 nov. 2024.

CNI. **CARTILHA DA ENERGIA ELÉTRICA:** entendendo melhor os termos técnicos e conceitos do setor. Brasília: CNI, 2021. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/21/c4/21c491ca-3414-4049-b437-f49f17312992/id_237815_cartilha_da_energia_eletrica.pdf. Acesso em: 07 nov. 2024.

ECOM ENERGIA. **Entenda como é calculada a tarifa de energia elétrica no Brasil.** 2021. Disponível em: <https://ecomenergia.com.br/blog/tarifas-de-energia-eletrica/>. Acesso em: 21 out. 2024.

EPE. Anuário estatístico de energia elétrica de 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/anuario-factsheet-2024.pdf>. Acesso em: 23 out. 2024.

FILHO, Wagner Jardim da Cruz. **Proposta de procedimento para enquadramento tarifário e aplicação em estudo de caso de uma vinícola.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/243536>. Acesso em: 14 out. 24.

<https://www.tjsc.jus.br/documents/27451/767802/Manual+de+Consumo+Inteligente++CELESC/9cfea243-baad-4d94-9a7f-e7db32dea8ed>. Acesso em: 24 out. 2024.

JUNIOR, Orlando Moreira Guedes. **Análise tarifária e avaliação do fator de carga para auxílio a decisão:** estudo de caso em indústria siderúrgica. *In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA*, n° 13, 2016, Rio de Janeiro. Resumo. Rio de Janeiro: Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/1172488.pdf>. Acesso em: 22 out. 2024.

MARANGONI, Filipe; FERREIRA, Samir de Oliveira; KONOPATZKI, Evandro André. Determinação da Demanda Ótima para Garantir a Excelência na Gestão da Energia Elétrica. **Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, [S. l.], 14 ago. 2015. *Gestão Ambiental & Sustentabilidade*, p. 1-17. Disponível em: https://cneg.org/anais/artigo.php?e=CNEG2015&c=T_15_069. Acesso em: 15 ago. 2024.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **CARTILHA DE ENERGIA:** como analisar gastos com energia elétrica. 2ª ed. Brasília: [s. n.], 2022. Disponível em:

https://www.gov.br/compras/pt-br/sistemas/arquivos-doc-e-pdf/cartilha_energia.pdf. Acesso em: 20 set 2024.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO. **Cartilha Energia**: como analisar gastos com energia elétrica. [s. l]: [s. n.], 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/compras/pt-br/agente-publico/logistica-publica-sustentavel/materiais-de-apoio/biblioteca-digital/cartilha-energia-como-analisar-gastos-com-energia-eletrica-mpog.pdf>. Acesso em: 20 set. 2024.

NASCIMENTO, Luan Silva do. **Eficiência energética aplicada em indústrias**: um estudo de caso. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2021. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/21038>. Acesso em: 30 out. 2024.

NEOENERGIA PERNAMBUCO. **Composição tarifária**. Disponível em: <https://www.neoenergia.com/web/pernambuco/sua-casa/composicao-tarifaria>. Acesso em: 22 out. 2024.

NEOENERGIA PERNAMBUCO. **Tabela de tarifas de energia elétrica**: grupo A. 2022. Disponível em: https://servicos.neoenergiapernambuco.com.br/residencial-rural/Documents/tarifas/NEOENERGIA_PERNAMBUCO_TARIFAS_ENERGIA_ELETRICA_GRUPO_A_ABRIL_2022_REH_3032.pdf. Acesso em: 30 set. 2024.

NEOENERGIA PERNAMBUCO. **Tabela de tarifas de energia elétrica**: grupo A. 2023. Disponível em: <https://servicos.neoenergiapernambuco.com.br/residencial-rural/Documents/NPER-TARIFAS-ENERGIA-ELETRICA-GRUPO-A-MAIO-2023.pdf>. Acesso em: 30 set. 2024.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto nº 5.163 de 30 de julho de 2004**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5163.htm. Acesso em: 05 dez. 2023.

PROCEL. **Manual de Tarifação da Energia Elétrica**. Rio de Janeiro: ELETROBRAS, 2011. Disponível em: https://www.eletrica.ufpr.br/sebastiao/wa_files/te344%20aula%2009%20-%20manual%20de%20tarif%20en%20el%20-%20procel_epp%20-%20agosto-2011.pdf. Acesso em: 18 set. 2024.

SANTOS, A. H. M. *et al.* **Eficiência energética**: teoria e prática. 1º ed. Itajubá: FUPAI, 2007.

SILVA, Luan Cezar da. **Estudo de adequação da demanda contratada do prédio sede do tribunal regional federal da 5ª região**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/47389>. Acesso em: 02 set. 2024.

SILVA, M. S. *et al.* **Eficiência energética na gestão da conta de energia elétrica da Universidade Federal de Sergipe**. 2011. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/29185>. Acesso em: 30 out. 2024.

SILVA, Vitor Hugo Aires da. **Desenvolvimento de planilha eletrônica em microsoft power query para análise automática de relatório de memória de massa**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Instituto Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/bitstream/177683/2478/1/Vitor%20Hugo%20Aires%20da%20Silva.%20Desenvolvimento%20de%20planilha%20e%20letr%C3%B4nica%20em%20Microsoft%20Power%20Query%20para%20an%C3%A1lise%20autom%C3%A1tica%20de%20relat%C3%B3rio%20de%20mem%C3%B3ria%20de%20massa.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2024.

STEIN, Mayza Sousa. **Análise preliminar de viabilidade da implementação da Tarifa Branca**: um estudo de caso em consumidores comerciais na Região Sul de Santa Catarina. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/248402/TCC%20Engenharia%20de%20Energia%20Mayza%20Sousa%20Stein.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 27 set. 2024.

TEIXEIRA, Fillipe de Souza. **Eficiência energética**: estudo de caso de uma análise tarifária no sesi/mariana. 2019. Monografia (Graduação de Engenharia de Controle e Automação) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019. Disponível em: <http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/1806>. Acesso em: 02 nov. 2024.

VIANA, A. N. C. *et al.* **Eficiência energética**: fundamentos e aplicações. 1º ed. Campinas: FUPAI, 2012.