



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

DANIELLE STEFANE LIMA DE SOUZA

**GESTÃO EM INDÚSTRIA: ANÁLISES TÉCNICAS DA FATURA DE ENERGIA
ELÉTRICA**

Recife
2023

DANIELLE STEFANE LIMA DE SOUZA

**GESTÃO EM INDÚSTRIA: ANÁLISES TÉCNICAS DA FATURA DE ENERGIA
ELÉTRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Engenharia Elétrica da Universidade
Federal de Pernambuco, como requisito
parcial para obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia Elétrica.

Orientador(a): Prof. Dr. Pedro André Carvalho Rosas

Recife
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Souza, Danielle Stefane Lima de.

Gestão em indústria: análises técnicas da fatura de energia / Danielle
Stefane Lima de Souza. - Recife, 2023.
68 : il., tab.

Orientador(a): Pedro André Carvalho Rosas

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Elétrica -
Bacharelado, 2023.

1. Contratação de energia. 2. Gestão energética. 3. Classe industrial. 4.
Gestão de fatura. 5. Produto final. I. Rosas, Pedro André Carvalho. (Orientação).
II. Título.

620 CDD (22.ed.)

DANIELLE STEFANE LIMA DE SOUZA

GESTÃO EM INDÚSTRIA: ANÁLISES TÉCNICAS DA FATURA DE ENERGIA ELÉTRICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovado em: 02/05/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pedro André Carvalho Rosas (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Jeydson Lopes da Silva (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. José Filho da Costa Castro (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Este trabalho é dedicado a todos que de alguma forma contribuíram para esta construção, principalmente aos meus pais, que me incentivaram e apoiaram durante todo o período da minha graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Ailton e Maria de Lourdes, que sempre me apoiaram e me deram suporte, tanto financeiro quanto psicológico, durante esses anos de graduação.

Ao meu noivo, Cayo, por todos os ensinamentos técnicos, "puxões de orelha", pela compreensão nos momentos difíceis e principalmente pela paciência que ele teve comigo durante minha trajetória como graduanda.

Agradeço ao meu cunhado, Eduardo, por todas as vezes em que ele "me deu a mão", e a minha irmã, Débora, por ter cedido o marido dela nos momentos em que solicitei ajuda.

A todos os professores, que tive o prazer de ser aluna, pelos ensinamentos técnicos e por compartilhar suas experiências me fazendo assim ter um olhar diferente sobre a vida.

E por último, mas não menos importante, agradeço às minhas amigas Bruna Magnata, Camila Fitipaldi, Karina Lima, Priscila Ferreira e Renata Viera por sempre me escutarem, me compreenderem, me apoiarem e por toda empatia delas por mim.

Todas essas pessoas foram essenciais na minha formação profissional e pessoal e deixaram minha jornada mais leve e agradável.

O treinamento de usuários consiste em parte do processo de educação, em base repetitiva, compreende ações e/ou estratégias para desenvolver determinadas habilidades ou habilidades específicas do usuário por desconhecer situações específicas de uso da biblioteca e seus recursos informacionais, que envolvem o conjunto de meios necessários para tal (DIAS; PIRES, 2004, p. 36).

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de caso comparativo realizado entre duas indústrias, uma de médio e uma de grande porte, com o objetivo em analisar a fatura de energia elétrica para identificar pagamentos desnecessários e realizar possíveis mudanças na forma da contratação da energia elétrica. A energia elétrica é um dos principais insumos em indústrias e representa um custo cada vez mais expressivo no orçamento. O controle da fatura de energia elétrica é um dos processos de gestão energética cujas vantagens são: obter dados confiáveis que podem ser usados nas decisões administrativas voltadas à eficiência energética dessas indústrias e permitir um controle real sobre esse insumo.

De acordo com o balanço energético nacional 2022 (MME, 2022) realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a classe industrial é responsável por 37,4% do consumo de energia elétrica no país, portanto é imprescindível realizar um estudo de gestão de fatura de energia e propor melhorias viáveis para que se possa reduzir ao máximo os custos com esse insumo tornando assim o produto final mais competitivo.

Palavras-chave: contratação de energia; gestão energética; classe industrial; gestão de fatura; produto final.

ABSTRACT

This paper presents a comparative case study carried out between two industries, one medium and one large, with the objective of analyzing the electricity bill to identify unnecessary payments and make possible changes in the way electricity is contracted. Electricity is one of the main inputs in industries and represents an increasingly significant cost in the budget. Electricity bill control is one of the energy management processes whose advantages are: obtaining reliable data that can be used in administrative decisions aimed at energy efficiency in these industries and allowing real control over this input.

According to the 2022 national energy balance (MME, 2022) carried out by the Energy Research Company (EPE), the industrial class is responsible for 37.4% of electricity consumption in the country, therefore it is essential to carry out an energy management study. energy bill and propose viable improvements so that the costs with this input can be reduced to the maximum, thus making the final product more competitive.

Keywords: energy contracting; energy management; industrial class; invoice management; final product.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores das tarifas subgrupo A4	33
Tabela 2 - Valores das tarifas subgrupo A3	34
Tabela 3 - Valores das tarifas subgrupo A4, com impostos	36
Tabela 4 - Valores das tarifas subgrupo A3, com impostos	37
Tabela 5 - Valores dos descontos de 50% nas tarifas subgrupo A4	39
Tabela 6 - Valores dos descontos de 50% nas tarifas subgrupo A3	39
Tabela 7 - Valores das tarifas subgrupo A4, com descontos e impostos inclusos	42
Tabela 8 - Valores das tarifas subgrupo A3, com descontos e impostos inclusos	43
Tabela 9 – Valores de demandas entre abr/2022 e nov/2022 – Indústria A.....	46
Tabela 10 - Valores de demandas entre abr/2022 e nov/2022 – Indústria B	46
Tabela 11 - Valor ótimo de demanda contratada ponta - Indústria A	49
Tabela 12 - Valor ótimo de demanda contratada fora ponta - Indústria A	51
Tabela 13 - Valor ótimo de demanda contratada ponta - Indústria B	53
Tabela 14 - Valor ótimo de demanda contratada fora ponta - Indústria B	55
Tabela 15 - Valores de demanda faturados - Indústria A	57
Tabela 16 - Valores de demanda corrigida faturados - Indústria A	57
Tabela 17 - Valores de demanda faturados - Indústria B	58
Tabela 18 - Valores de demanda corrigida faturados - Indústria B	59
Tabela 19 – Valores de consumos - Indústria A.....	61
Tabela 20 - Modalidade tarifária verde e azul	61
Tabela 21 - Energia reativa excedente – Indústria A.....	65
Tabela 22 - Energia reativa excedente – Indústria B.....	65
Tabela 23 – Valores de energia reativa excedentes – Indústria A	66
Tabela 24 - Valores de energia reativa excedentes – Indústria B	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CNPJ	Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
COSIP	Contribuição para Custeio do Serviço de Iluminação Pública
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação
MME	Ministério de Minas e Energia
PIS	Programa de Integração Social
TE	Tarifa de Energia
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	Geral.....	14
1.1.2	Específicos	15
1.2	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	GESTÃO DE FATURA	16
2.2	DEMANDAS	16
2.3	GRUPOS E SUBGRUPOS.....	17
2.3.1	Grupo A	17
2.3.2	Grupo B	17
2.4	POSTOS TARIFÁRIOS	18
2.5	MODALIDADE TARIFÁRIA	19
2.6	CLASSES E SUBCLASSES DE CONSUMO	20
2.6.1	Residencial	20
2.6.2	Industrial	20
2.6.3	Comercial	21
2.6.4	Rural.....	21
2.6.5	Poder público.....	23
2.7	ESTRUTURA TARIFÁRIA	23
2.7.1	Estrutura tarifária consumidores do grupo A	24
2.7.2	Estrutura tarifária consumidores do grupo B	25
2.8	COMPOSIÇÃO DAS TARIFAS.....	25
2.8.1	TUSD.....	25
2.8.2	TE	27
2.9	SISTEMA DE BANDEIRAS TARIFÁRIAS	28
2.10	MERCADO LIVRE	29
3	DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	31
3.1	TARIFAS DE ENERGIA	31
3.1.1	Cálculo das tarifas de energia com impostos federais e estaduais	34
3.1.2	Cálculo dos descontos de energia 50% incentivada.....	37
3.1.1	Cálculo dos valores reais das tarifas com desconto de energia 50% incentivada e impostos inclusos	39
3.2	DEMANDAS	43
3.2.1	Análise das demandas contratadas.....	43
3.2.2	Análise das demandas registradas.....	46
3.2.3	Cálculo da demanda ótima	48
3.2.4	Análise das demandas contratadas após ajuste de demandas ótimas	56

3.3	ANÁLISE DA MODALIDADE TARIFÁRIA	60
3.3.1	Análise comparativa modalidade tarifária verde e azul para a Indústria A ...	60
3.4	FATOR DE POTÊNCIA	62
3.4.1	Definição.....	62
3.4.2	Causas e consequências de um baixo fator de potência.....	64
3.4.3	Análise da energia reativa excedente faturada.....	65
3.4.4	Soluções técnicas para correção de fator de potência	66
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE CONTINUIDADE	68
5	BIBLIOGRAFIA.....	69

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um dos principais insumos utilizados nas indústrias em geral. Grande parte das indústrias a utilizam como principal fonte de energia. Dessa forma, a energia elétrica é uma condição necessária para a competitividade das indústrias no Brasil sendo uns dos principais insumos que geram impactos no preço final do produto.

O controle da fatura de energia elétrica faz parte do processo de gestão de energia de uma empresa e é de suma importância pois, é através da fatura de energia que se pode identificar pagamentos desnecessários devido à contratação de demanda excedente, pagamento de multas por ultrapassagem de demanda contratada, pagamento de energia reativa, entre outros.

A fatura de energia elétrica possibilita a identificação do padrão de consumo da indústria. O conhecimento desse padrão é essencial para a definição de estratégias sobre a compra de energia elétrica, enquadramento tarifário, infraestrutura, otimização de processos e outros pontos ligados ao consumo de energia na indústria.

Uma boa gestão da fatura de energia pode gerar a economia e tornar o produto final mais competitivo.

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

Realizar uma melhor gestão de fatura de energia elétrica com a finalidade de identificar os pontos de melhoria, desenvolver estratégias para uma melhor forma de contratação da energia elétrica e sugerir soluções técnicas para a redução do desperdício e conseqüentemente dos custos desse insumo.

1.1.2 Específicos

Esse trabalho tem como objetivos específicos:

- Estudar o histórico do consumo de energia;
- Identificar possíveis pontos de desperdício;
- Desenvolver estratégias para uma melhor contratação de energia elétrica;
- Sugerir melhorias viáveis para a redução dos desperdícios e consequentemente dos custos relacionados a esse insumo.

1.2 Organização do Trabalho

O trabalho está disposto em quatro capítulos.

O Capítulo 1 apresenta, de forma sucinta, a introdução ao tema “Gestão de fatura de energia elétrica”, os elementos que motivaram à realização deste trabalho e a relevância do mesmo, juntamente com seus objetivos gerais e específicos.

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, referente ao estudo realizado, com 10 conceitos fundamentais para o entendimento do desenvolvimento do trabalho.

O Capítulo 3 apresenta o desenvolvimento do trabalho juntamente com as análises realizadas, os resultados dessas análises e algumas recomendações técnicas para a redução de custos desse insumo.

O Capítulo 4 apresenta as conclusões obtidas de acordo com as análises realizadas juntamente com algumas propostas de análise de outros parâmetros importantes para a redução de custo desse insumo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo abordará algumas definições essenciais para o entendimento do trabalho aqui escrito.

2.1 Gestão de fatura

A gestão de fatura de energia elétrica é o processo de planejar, organizar e controlar esse insumo com o objetivo de obter dados concretos para a estruturação do processo de tomada de decisões administrativas e desenvolver estratégias para maximizar a eficiência energética e reduzir custos.

2.2 Demandas

Seguem abaixo as definições de demandas, de acordo com a Resolução Normativa Nº 1.000 (ANEEL, 2021):

- Demanda: Média das potências elétricas ativas ou reativas, injetada ou requerida do sistema elétrico de distribuição durante um intervalo de tempo especificado;
- Demanda contratada: 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);
- 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).

2.3 Grupos e Subgrupos

Os grupos e subgrupos classificam os consumidores de energia elétrica de acordo com o nível de tensão de fornecimento, característica do sistema de distribuição e classificação da unidade consumidora.

2.3.1 Grupo A

De acordo com a Resolução Normativa ANEEL Nº 1.000 (ANEEL, 2021), se enquadra no Grupo A 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:

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

2.3.2 Grupo B

De acordo com a Resolução Normativa ANEEL Nº 1.000 (ANEEL, 2021), se enquadra no Grupo B o grupamento composto de unidades consumidoras com conexão em tensão menor que 2,3 kV e subdividido nos seguintes subgrupos:

- Subgrupo B1: residencial;
- Subgrupo B2: rural;
- Subgrupo B3: demais classes; e
- Subgrupo B4: iluminação Pública.

2.4 Postos tarifários

As tarifas de energia elétrica se diferenciam de acordo com o horário de utilização da energia.

O objetivo é incentivar o consumidor a consumir mais energia elétrica nos horários em que há maior abundância na oferta de energia elétrica.

De acordo com a Resolução Normativa Nº 1.000 (ANEEL, 2021), o posto tarifário é período em horas para aplicação das tarifas de forma diferenciada ao longo do dia, considerando a seguinte divisão:

- posto tarifário ponta: período composto por 3 horas diárias consecutivas definidas pela distribuidora considerando a curva de carga de seu sistema elétrico, aprovado pela ANEEL para toda a área de concessão ou permissão, não se aplicando aos sábados, domingos, terça-feira de carnaval, sexta-feira da Paixão, Corpus Christi e aos feriados nacionais dos dias 1º de janeiro, 21 de abril, 1º de maio, 7 de setembro, 12 de outubro, 2 de novembro, 15 de novembro e 25 de dezembro;
- posto tarifário intermediário: período de duas horas, sendo uma hora imediatamente anterior e outra imediatamente posterior ao horário de ponta, aplicado apenas para o grupo B; e
- posto tarifário fora de ponta: período composto pelo conjunto das horas diárias consecutivas e complementares àquelas definidas nos postos ponta e, para o grupo B, intermediário.

2.5 Modalidade tarifária

Modalidade tarifária é o conjunto de tarifas aplicáveis ao consumo de energia elétrica e à demanda de potência ativa. Essas tarifas são definidas a partir de qual grupo tarifário o consumidor se enquadra.

De acordo com o Módulo 7: Estrutura Tarifária das Concessionárias de Distribuição (ANEEL, 2021) existem 8 modalidades tarifárias que estão descritas abaixo:

- Modalidade tarifária horária Azul: aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia;
- Modalidade tarifária horária Verde: aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia, assim como de uma única tarifa de demanda de potência;
- Modalidade tarifária Convencional Binômia: aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas de consumo de energia elétrica e demanda de potência, independentemente das horas de utilização do dia;
- Modalidade tarifária horária Branca: aplicada às unidades consumidoras do grupo B, conforme Resolução Normativa nº 414/2010, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia;
- Modalidade tarifária Convencional Monômia: aplicada às unidades consumidoras do grupo B, caracterizada por tarifas de consumo de energia elétrica, independentemente das horas de utilização do dia;
- Modalidade tarifária Geração: aplicada às centrais geradoras e aos agentes importadores conectados aos sistemas de distribuição, caracterizada por tarifas de demanda de potência, independentemente das horas de utilização do dia;
- Modalidade tarifária Distribuição: aplicada às concessionárias ou às permissionárias de distribuição conectadas aos sistemas de outra distribuidora,

caracterizada por tarifas diferenciadas de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia, e de consumo de energia elétrica;

- Modalidade tarifária pré-pagamento: aplicada no faturamento das unidades consumidoras que aderirem ao sistema de faturamento pré-pago nos termos da Resolução Normativa nº 610/2014.

2.6 Classes e subclasses de consumo

O cálculo do valor da tarifa de energia é baseado na classe e subclasse em que o consumidor se enquadra.

De acordo com a Resolução Normativa Nº 1.000 (ANEEL, 2021), as classes e subclasses de consumo de energia são:

2.6.1 Residencial

Deve ser classificada na classe residencial a unidade consumidora em imóvel utilizado para fins de moradia, com exceção da subclasse residencial rural, considerando-se as seguintes subclasses:

- residencial;
- residencial baixa renda;
- residencial baixa renda indígena;
- residencial baixa renda quilombola;
- residencial baixa renda benefício de prestação continuada da assistência social; e
- residencial baixa renda multifamiliar.

2.6.2 Industrial

Deve ser classificada na classe industrial a unidade consumidora em que sejam desenvolvidas as seguintes atividades estabelecidas na Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE:

- industrial; e
- transporte de matéria-prima, insumo ou produto resultante do seu processamento, caracterizado como atividade de suporte e sem fim econômico próprio, desde que realizado de forma integrada fisicamente à unidade consumidora industrial.

2.6.3 Comercial

Deve ser classificada na classe comercial, serviços e outras atividades a unidade consumidora em que sejam desenvolvidas as atividades de prestação de serviços e demais atividades, não contempladas nas demais classes, dividindo-se nas seguintes subclasses:

- comercial;
- serviços de transporte, exceto tração elétrica;
- serviços de comunicações e telecomunicações;
- associações e entidades filantrópicas;
- templos religiosos;
- administração condominial: instalações de uso coletivo de prédio ou conjunto de edificações, incluindo a iluminação das vias internas;
- iluminação em vias: solicitada por quem detenha concessão ou autorização para administração de vias de titularidade da União ou dos Estados;
- semáforos, radares e câmeras de monitoramento de trânsito, solicitados por quem detenha concessão ou autorização para controle de trânsito; e
- outros serviços e atividades.

2.6.4 Rural

Deve ser classificada na classe rural, com fundamento na Lei nº 10.438, de 2002, no Decreto nº 62.724, de 17 de maio de 1968 e no Decreto nº 7.891, de 23 de janeiro de 2013, a unidade consumidora em que se desenvolvam as atividades dispostas nas seguintes subclasses:

- agropecuária rural: localizada na área rural, onde seja desenvolvida atividade agropecuária, classificada nos grupos 01.1 a 01.6 da Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE, incluindo: o beneficiamento ou a conservação dos produtos agrícolas provenientes do mesmo imóvel; o fornecimento de energia elétrica para instalações elétricas de poços de captação de água, para atender às finalidades deste inciso, desde que não haja comercialização da água; e o fornecimento de energia elétrica para serviço de bombeamento de água destinada à atividade de irrigação;
- agropecuária urbana: localizada na área urbana, onde sejam desenvolvidas as atividades do inciso I, observados os seguintes requisitos: a carga instalada na unidade consumidora deve ser predominantemente destinada à atividade agropecuária, exceto para os casos de agricultura de subsistência; e o consumidor deve possuir registro de produtor rural expedido por órgão público ou outro documento hábil que comprove o exercício da atividade agropecuária;
- residencial rural: localizada na área rural, com fim de moradia, utilizada por trabalhador rural ou aposentado nesta condição;
- cooperativa de eletrificação rural: localizada em área rural, que detenha a propriedade e opere instalações de energia elétrica de uso privativo de seus associados, cujas cargas se destinem ao desenvolvimento de atividade classificada como rural nos termos deste artigo, observada a legislação e os regulamentos aplicáveis;
- agroindustrial: independentemente de sua localização, desde que atenda os seguintes critérios: possuir atividade de indústria; transformar ou beneficiar produtos advindos diretamente da agropecuária, ainda que provenientes de outros imóveis; e ser do Grupo B, desde que a potência posta à sua disposição seja menor ou igual a 112,5 kVA ou, se do Grupo A, possuir transformador com potência menor ou igual a 112,5 kVA;
- serviço público de irrigação rural: localizado na área rural em que seja desenvolvida a atividade de irrigação e explorado por entidade pertencente ou vinculada à administração direta, indireta ou fundações de direito público da União, dos Estados, Distrito Federal ou dos Municípios;

- escola agrotécnica: estabelecimento de ensino direcionado à agropecuária, localizado na área rural, sem fins lucrativos e explorado por entidade pertencente ou vinculada à administração direta, indireta ou fundações de direito público da União, dos Estados, Distrito Federal ou dos Municípios; e
- aquicultura: independentemente de sua localização, onde sejam satisfeitos os seguintes critérios: desenvolvimento de atividade de cultivo de organismos cujo ciclo de vida em condições naturais se dá total ou parcialmente em meio aquático, disposta no grupo 03.2 da Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE; e o consumidor deve possuir registro de produtor rural expedido por órgão público, registro ou licença de aquicultor, exceto para aquicultura com fins de subsistência.

2.6.5 Poder público

Deve ser classificada na classe poder público a unidade consumidora de responsabilidade de pessoa jurídica de direito público, independentemente da atividade desenvolvida.

A classe poder público se divide nas seguintes subclasses:

- poder público federal;
- poder público estadual ou distrital; e
- poder público municipal.

2.7 Estrutura tarifária

De acordo com o Módulo 7: Estrutura Tarifária das Concessionárias de Distribuição (ANEEL, 2021), estrutura tarifária é um conjunto de tarifas aplicadas ao faturamento do mercado de distribuição de energia elétrica, que refletem a diferenciação relativa dos custos regulatórios da distribuidora entre os subgrupos, classes e subclasses tarifárias, de acordo com as modalidades e os postos tarifários.

A estrutura tarifária entre os consumidores do grupo A e do grupo B divergem tanto no valor da tarifa como nas regras de cobrança.

2.7.1 Estrutura tarifária consumidores do grupo A

Para consumidores do grupo A, é feita a cobrança não apenas pelo valor da energia elétrica em si mas também pela demanda de potência.

O valor cobrado pela energia elétrica é aquele realmente consumido pelo consumidor. Já para o caso da demanda de potência, o consumidor deverá realizar a contratação para um valor de demanda.

De acordo com Resolução Normativa ANEEL Nº 1.000 (ANEEL, 2021), para novas instalações, a distribuidora deve aplicar o período de testes para unidade consumidora para permitir a adequação da demanda contratada e a escolha da modalidade tarifária, nas seguintes situações:

- início do fornecimento de energia elétrica;
- mudança para faturamento aplicável à unidade consumidora do grupo A, cuja opção anterior tenha sido por faturamento do grupo B;
- enquadramento na modalidade tarifária horária azul; e
- acréscimo de demanda, quando maior que 5% da contratada.

Os consumidores do grupo A possuem monitoramento no fator de potência. Ele é medido e comparado com o valor de referência de 0,92. A distribuidora define o período de 6h consecutivas, entre 23:30h e 06:30h, em que o fator de potência limite seja 0,92 capacitivo e nas outras 18h do dia o fator de potência seja 0,92 indutivo.

Em caso de ultrapassagem do valor de referência do fator de potência será feita uma cobrança proporcional ao valor da ultrapassagem.

2.7.2 Estrutura tarifária consumidores do grupo B

Para consumidores do grupo B, é feita a cobrança apenas pelo valor da energia elétrica em si pois considera-se que o custo da demanda de potência já está incorporado ao custo do fornecimento de energia.

O valor cobrado pela energia elétrica é aquele realmente consumido pelo consumidor.

De acordo com Resolução Normativa N° 1.000 (ANEEL, 2021), em caso de não uso da energia elétrica, a distribuidora deverá cobrar o custo de disponibilidade do sistema elétrico equivalente a 30kWh para instalações com ligações monofásicas (1 condutor fase e 1 neutro) e bifásicas com dois condutores (2 condutores fases), 50kWh para instalações com ligações bifásicas com 3 condutores (2 condutores fase e um neutro) e 100kWh para instalações com ligações trifásicas (3 condutores fase e 1 neutro).

2.8 Composição das tarifas

A fatura de energia é composta por duas tarifas: TUSD (Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição) e TE (Tarifa de Energia).

2.8.1 TUSD

A TUSD é valor monetário unitário determinado pela ANEEL, em R\$/MWh ou em R\$/kW, utilizado para efetuar o faturamento mensal de usuários do sistema de distribuição de energia elétrica pelo uso do sistema, ou seja, a TUSD corresponde ao valor cobrado pelo transporte dessa energia ao consumidor final. Há também a TUSD referente a demanda de energia que deve ser disponibilizada pela distribuidora de energia.

De acordo com o Módulo 7: Estrutura Tarifária das Concessionárias de Distribuição (ANEEL, 2021), os custos regulatórios que formam a TUSD são definidos no processo de reajuste ou revisão tarifária.

As funções de custos da TUSD são formadas de acordo com os seguintes componentes tarifários:

- TUSD transporte;
- TUSD encargos; e
- TUSD perdas.

A Figura 1 mostra as funções de custos e componentes tarifários da TUSD.

Figura 1 - Funções de Custos e Componentes Tarifários da TUSD



Fonte: (ANEEL, 2021)

A TUSD classifica-se em:

- TUSD AZUL ponta e fora ponta;
- TUSD VERDE ponta e fora ponta;
- TUSD CONVENCIONAL binômia;
- TUSD BRANCA ponta, intermediária e fora ponta.
- TUSD CONVENCIONAL monômia;
- TUSD DISTRIBUIÇÃO; e
- TUSD GERAÇÃO.

2.8.2 TE

A TE é valor monetário unitário determinado pela ANEEL, em R\$/MWh, utilizado para efetuar o faturamento mensal pela distribuidora referente ao consumo de energia, ou seja, a TE corresponde ao valor do custo da compra da energia elétrica.

De acordo com o Módulo 7: Estrutura Tarifária das Concessionárias de Distribuição (ANEEL, 2021), os custos regulatórios que formam a TE são definidos no processo de reajuste ou revisão tarifária.

As funções de custos da TE são formadas de acordo com os seguintes componentes tarifários:

- TE ENERGIA;
- TE ENCARGOS;
- TE TRANSPORTE; e
- TE PERDAS.

A Figura 2 mostra as funções de custos e componentes tarifários da TE.

Figura 2 - Funções de custos e componentes tarifários da TE



Fonte: (ANEEL, 2021)

A TE classifica-se em:

- Horário ponta, intermediária e fora ponta;
- TE convencional, e;
- TE suprimento.

2.9 Sistema de bandeiras tarifárias

O sistema de bandeiras tarifárias tem como objetivo informar ao consumidor os custos reais da geração de energia elétrica, ou seja, sinaliza ao consumidor quando a energia elétrica será mais barata ou mais cara de acordo com as condições de geração de energia.

O sistema de bandeiras tarifária não é uma tarifa extra e sim uma forma de deixar a conta de energia mais transparente fazendo assim com que o consumidor tenha a opção de ajustar seu consumo de energia de acordo com a bandeira vigente no mês.

Todos os consumidores cativos das distribuidoras são faturados pelo Sistema de Bandeiras Tarifárias, com exceção daqueles localizados em sistemas isolados.

Atualmente existem 4 bandeiras tarifárias, (ANEEL, 2023):

- 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\$ 0,01874 para cada quilowatt-hora (kWh) consumidos;
- Bandeira vermelha – Patamar 1: condições mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,03971 para cada quilowatt-hora kWh consumido.
- Bandeira vermelha – Patamar 2: condições ainda mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,09492 para cada quilowatt-hora kWh consumido.

A bandeira tarifária vigente em cada mês é informada pela ANEEL mensalmente de acordo com as informações fornecidas pela ONS conforme capacidade de geração de energia no país.

2.10 Mercado livre

O Mercado Livre de Energia é um ambiente de contratação de energia elétrica onde os consumidores que se enquadram nas regras do ACL (Ambiente de Contratação Livre) podem comprar energia diretamente dos geradores ou comercializadores com a vantagem de negociar livremente todas as condições comerciais como: fornecedor, preço, quantidade de energia contratada, período de suprimento, formas de pagamento, etc.

Dentro desse mercado livre de negociação, os consumidores podem comprar energia alternativa ao suprimento da concessionária local. Além de negociar o preço da energia diretamente com os agentes geradores e comercializadores e escolher quem será o seu fornecedor de energia (Mercado livre de energia).

No mercado livre de energia, a energia contratada pode ser convencional ou incentivada.

A energia incentivada foi estabelecida pelo governo para estimular a expansão de geradores de fontes renováveis limitados a 30 MW de potência, como PCH (Pequenas Centrais Hidroelétricas), Biomassa, Eólica e Solar. Para esses geradores serem mais competitivos, o comprador da energia proveniente deles, chamada de energia incentivada, recebe descontos (de 50%, 80% ou 100%) na tarifa de uso do sistema de distribuição. Os descontos são aplicados diretamente nas tarifas de demanda ponta e demanda fora ponta, no caso de consumidores com tarifação azul. Para consumidores com tarifação verde, o desconto é aplicado na demanda e na TUSD encargo ponta, abatendo a TUSD encargo fora ponta.

Já a energia convencional é proveniente dos outros tipos de geradores, como usinas térmicas a gás ou grandes hidroelétricas.

O preço da energia varia de acordo com o tipo de energia e o desconto repassado, então o melhor tipo de energia vai variar de acordo com o perfil de consumo da unidade, a distribuidora a que o consumidor está ligado e o preço de cada tipo de energia (Mercado livre de energia).

De acordo com a Portaria nº 465 (MME, 2019), consumidores com carga igual ou superior a 500 kW, atendidos em qualquer tensão, poderão optar pela compra de

energia elétrica a qualquer concessionário, permissionário ou autorizado de energia elétrica do SIN (Sistema Interligado Nacional).

De acordo com Resolução Normativa ANEEL Nº 1.000 (ANEEL, 2021), consumidores com demanda contratada inferior a 500kW podem migrar para o mercado livre de energia de duas formas:

- Comunhão de fato: empresas com CNPJ distintos, mas em mesma área contígua onde o somatório das demandas seja igual ou superior a 500kW.
- Comunhão de direito: empresa com mesmo CNPJ com 2 ou mais unidades consumidoras onde o somatório das demandas seja igual ou superior a 500kW.

Por meio da Portaria Normativa Nº 50 / GM / MME (MME, 2022), a partir de 1º de janeiro de 2024, os consumidores classificados como Grupo A, poderão optar pela compra de energia elétrica a qualquer concessionário, permissionário ou autorizado de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional.

Consumidores do Grupo A com demanda inferior a 500kW, serão representados por agente varejista perante a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE.

Há também uma grande expectativa para que haja a abertura desse mercado para todos os consumidores a partir de janeiro de 2026.

3 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Para realização desse trabalho, foram analisadas as faturas de energia elétrica de duas indústrias, ambas do setor alimentício, onde a Neoenergia Pernambuco é a concessionária responsável pelo fornecimento de energia elétrica de ambas as indústrias.

A indústria A se enquadra no Grupo A com tensão de alimentação de 13,8kV, subgrupo A4 com modalidade tarifária horária verde.

A indústria B se enquadra no Grupo A com tensão de alimentação de 69kV, subgrupo A3 com modalidade tarifária horária azul.

Ambas as indústrias estão no ACL (ambiente de contratação livre).

Os dias e horários de funcionamento da Indústria A são de segunda-feira a sexta-feira em apenas um turno cujo horário é: 07:00h às 17:00h. Já a Indústria B funciona de domingo a domingo em 3 turnos cujos horários são: 07:00h às 15:00h (1º turno), 15:00h às 23:00h (2º turno) e 23:00h às 07:00h (3º turno).

Este trabalho consiste em fazer uma análise dos parâmetros de energia dos consumidores para identificar os pontos de melhoria na forma de contratação de energia elétrica e sugerir soluções técnicas para a redução de gastos com uma melhor gestão da fatura de energia elétrica desses consumidores.

Foram dispostas faturas de energia dos consumidores do período de abril/2022 até novembro/2022. Através dessas faturas foi possível traçar o perfil de consumo desses consumidores e realizar as análises devidas para melhor enquadramento dos mesmos no mercado de energia elétrica.

3.1 TARIFAS DE ENERGIA

A tarifa de energia elétrica é composta pelos investimentos e operações técnicas dos processos de geração, transporte e comercialização dessa energia. Porém esse ainda não é o valor final já que ainda são adicionados os encargos e impostos pelo governo.

Os custos relativos à energia elétrica são:

- Custos relativos à aquisição da energia elétrica;
- Custos relativos ao sistema de transmissão;
- Custo relativos às perdas elétricas;
- Encargos e impostos.

A ANEEL é o agente responsável por regular o valor dessas tarifas, sendo valores diferentes de acordo com a distribuidora de energia. Para chegar a esse valor, a ANEEL tem que assegurar que o valor calculado seja o suficiente para garantir o fornecimento de energia elétrica, a qualidade do atendimento, custear os custos operacionais dos prestadores de serviço e remunerar os investimentos feitos pensados na expansão da capacidade do sistema elétrico brasileiro.

Os valores das tarifas são definidos através de revisões tarifárias que variam em média de 4 anos podendo haver reajustes anuais até a próxima revisão e divulgados através das resoluções homologatórias. (CONTEUDISTA, 2021)

A Resolução Homologatória nº 3.055 (ANEEL, 2022) será a referência para as tarifas aqui usadas.

A tarifa de energia elétrica possui duas composições tarifárias:

- TUSD: é a Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição que diz respeito ao valor cobrado pelo uso do sistema de distribuição. Nas faturas de energia das indústrias aqui apresentadas há o pagamento da TUSD referente à disposição de demanda de energia elétrica e a TUSD referente ao transporte dessa energia elétrica.
- TE: é a Tarifa de Energia que diz respeito ao valor da energia elétrica em si. Nesse trabalho não abordaremos a TE pois ambas as indústrias adquirem energia elétrica no mercado livre de energia e por isso os valores da TE são especificados de acordo com o contrato feito com a comercializadora de energia escolhida.

As tarifas de energia variam de acordo com os grupos e subgrupos de consumo com também com a modalidade tarifária.

A Tabela 1 mostra os valores das tarifas para o subgrupo A4 com modalidade tarifária verde e azul.

Tabela 1 - Valores das tarifas subgrupo A4

VALORES DAS TARIFAS DE ENERGIA		
Horossazonal Verde		
TARIFAS	TUSD (R\$/kW)	TUSD (R\$/kWh)
Consumo ativo Ponta	-	1,31506
Consumo ativo Fora Ponta	-	0,08360
Consumo reativo excedente	-	0,32082
Demanda ativa	19,60000	-
Demanda reativa excedente	19,60000	-
Ultrapassagem	39,20000	-
Horossazonal Azul		
TARIFAS	TUSD (R\$/kW)	TUSD (R\$/kWh)
Consumo ativo Ponta	-	0,08360
Consumo ativo Fora Ponta	-	0,08360
Consumo reativo excedente	-	0,32082
Demanda ativa Ponta	50,74000	-
Demanda ativa Fora Ponta	19,60000	-
Demanda reativa excedente Ponta e Fora Ponta	19,60000	-
Ultrapassagem Ponta	101,48000	-
Ultrapassagem Fora Ponta	39,20000	-

Fonte: (ANEEL, 2022)

A Tabela 2 mostra os valores das tarifas para o subgrupo A3 com modalidade tarifária azul.

Tabela 2 - Valores das tarifas subgrupo A3

VALORES DAS TARIFAS DE ENERGIA		
Horossazonal Azul		
TARIFAS	TUSD (R\$/kW)	TUSD (R\$/kWh)
Consumo ativo Ponta	-	0,05522
Consumo ativo Fora Ponta	-	0,05522
Consumo reativo excedente	-	0,32082
Demanda ativa Ponta	15,75000	-
Demanda ativa Fora Ponta	9,65000	-
Demanda reativa excedente Ponta e Fora Ponta	9,65000	-
Ultrapassagem Ponta	31,50000	-
Ultrapassagem Fora Ponta	19,30000	-

Fonte: (ANEEL, 2022)

Além dos valores das tarifas determinados pela ANEEL, é necessário acrescentar o valor dos encargos e impostos cobrados pelos governos federal, estadual e municipal.

Esses impostos são:

- Programa de Integração Social (PIS);
- Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS);
- Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS);
- Contribuição para Iluminação Pública (COSIP).

3.1.1 Cálculo das tarifas de energia com impostos federais e estaduais

Para o cálculo do valor real das tarifas é necessário incluir o valor dos impostos federais e estaduais.

O PIS (Programas de Integração Social) é um imposto federal. A alíquota considerada aqui para o cálculo do valor da tarifa de energia é de 1%.

O COFINS (Contribuição para Financiamento da Seguridade Social) é um imposto federal. A alíquota considerada aqui para o cálculo do valor da tarifa de energia é de 4,52%.

O ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) é um imposto estadual. A alíquota considerada aqui para o cálculo do valor da tarifa de energia é de 18%.

O valor das tarifas de energia com impostos é calculado de acordo com a Equação (1).

$$V_{t, \text{com impostos}} = \frac{V_{t, \text{sem impostos}}}{(1 - PIS - COFINS - ICMS)} \quad (1)$$

Onde:

V_{t, com impostos} – Valor da tarifa com impostos, em R\$;

V_{t, sem impostos} – Valor da tarifa sem impostos, em R\$;

PIS – Valor do imposto PIS;

COFINS – Valor do imposto COFINS;

ICMS – Valor do imposto ICMS.

De acordo com a Equação (1) podemos calcular os valores das tarifas de energia incluindo os impostos.

A Tabela 3 mostra os valores das tarifas de energia para os consumidores do subgrupo A4 com modalidade tarifária verde e azul, com os impostos inclusos.

Tabela 3 - Valores das tarifas subgrupo A4, com impostos

VALORES DAS TARIFAS DE ENERGIA, COM IMPOSTOS		
Horossazonal Verde		
TARIFAS	TUSD (R\$/kW)	TUSD (R\$/kWh)
Consumo ativo Ponta	-	1,69743
Consumo ativo Fora Ponta	-	0,10791
Consumo reativo excedente	-	0,41410
Demanda ativa	25,29894	-
Demanda reativa excedente	25,29894	-
Ultrapassagem	50,59788	-
Horossazonal Azul		
TARIFAS	TUSD (R\$/kW)	TUSD (R\$/kWh)
Consumo ativo Ponta	-	0,10791
Consumo ativo Fora Ponta	-	0,10791
Consumo reativo excedente	-	0,41410
Demanda ativa Ponta	65,49328	-
Demanda ativa Fora Ponta	25,29894	-
Demanda reativa excedente Ponta e Fora Ponta	25,29894	-
Ultrapassagem Ponta	130,98656	-
Ultrapassagem Fora Ponta	50,59788	-

Fonte: Autoria própria

A Tabela 4 mostra os valores das tarifas de energia para os consumidores do subgrupo A3 com modalidade tarifária azul, com os impostos inclusos.

Tabela 4 - Valores das tarifas subgrupo A3, com impostos

VALORES DAS TARIFAS DE ENERGIA, COM IMPOSTOS		
Horossazonal Azul		
TARIFAS	TUSD (R\$/kW)	TUSD (R\$/kWh)
Consumo ativo Ponta	-	0,07128
Consumo ativo Fora Ponta	-	0,07128
Consumo reativo excedente	-	0,41410
Demanda ativa Ponta	20,32951	-
Demanda ativa Fora Ponta	12,45586	-
Demanda reativa excedente Ponta e Fora Ponta	12,45586	-
Ultrapassagem Ponta	40,65901	-
Ultrapassagem Fora Ponta	24,91171	-

Fonte: Autoria própria

3.1.2 Cálculo dos descontos de energia 50% incentivada

Consumidores do mercado livre podem adquirir energia incentivada em 50%, 80% e 100%. (Mercado livre de energia)

Na compra de energia incentivada são aplicados descontos na demanda e no consumo ponta, abatendo o consumo fora ponta, para consumidores com modalidade tarifária verde, e descontos na demanda ponta e demanda fora ponta, para consumidores com modalidade tarifária azul.

Como as Indústrias A e B compram energia de fonte 50% incentivada, então há a aplicação de desconto de 50% nas tarifas de energia, de acordo com a modalidade tarifária de cada uma.

A Indústria A, cuja modalidade tarifária é horária verde, recebe desconto de 50% no valor da demanda e no consumo ponta.

A Indústria B, cuja modalidade tarifária é horária azul, recebe desconto de 50% no valor da demanda ponta e demanda fora ponta.

As Equações (2) e (3) dizem respeito ao cálculo do desconto na demanda e no consumo ponta, para consumidores com modalidade tarifária verde e energia de fonte 50% incentivada, respectivamente (NASCIMENTO, 2018).

$$V_{desc,d} = T_{demanda} \times Desc. \quad (2)$$

$$V_{desc,Consumo.P} = (T_{Consumo.P} - T_{Consumo.FP}) \times Desc. \quad (3)$$

Onde:

$V_{desc,d}$ – Valor do desconto na demanda, em R\$;

$V_{desc,Consumo.P}$ – Valor do desconto no consumo ponta, em R\$;

$T_{demanda}$ – Valor da tarifa da demanda, em R\$;

$T_{Consumo.P}$ – Valor da tarifa do consumo ponta, em R\$;

$T_{Consumo.FP}$ – Valor da tarifa do consumo fora ponta, em R\$;

$Desc.$ – Valor do desconto.

As Equações (4) e (5) dizem respeito ao cálculo do desconto na demanda ponta e fora ponta, para consumidores com modalidade tarifária azul e energia de fonte 50% incentivada, respectivamente (NASCIMENTO, 2018).

$$V_{desc,demanda.P} = T_{demanda Ponta} \times Desc. \quad (4)$$

$$V_{desc,demanda.FP} = T_{demanda Fora Ponta} \times Desc. \quad (5)$$

Onde:

$V_{desc,demanda.P}$ – Valor do desconto na demanda ponta, em R\$;

$V_{desc,demanda.FP}$ – Valor do desconto na demanda fora ponta, em R\$;

$T_{demanda Ponta}$ – Valor da tarifa da demanda ponta, em R\$;

$T_{demanda Fora Ponta}$ – Valor da tarifa da demanda fora ponta, em R\$;

$Desc.$ – Valor do desconto.

A partir dos dados da Tabela 1 e Equações (2), (3), (4) e (5), pode-se calcular o valor dos descontos nas tarifas para o consumidor do subgrupo A4. A Tabela 5 mostra os valores desses descontos para as modalidades tarifárias verde e azul.

Tabela 5 - Valores dos descontos de 50% nas tarifas subgrupo A4

Valores dos descontos	Verde	Azul
Desconto TUSD demanda	9,76589346	-
Desconto consumo Ponta	0,61358710	-
Desconto TUSD demanda Ponta	-	25,28170582
Desconto TUSD demanda Fora Ponta	-	9,76589346

Fonte: Autoria própria

A partir dos dados da Tabela 2, e Equações (4) e (5), pode-se calcular o valor dos descontos nas tarifas para o consumidor do subgrupo A3. A Tabela 6 mostra os valores desses descontos para a modalidade tarifária azul.

Tabela 6 - Valores dos descontos de 50% nas tarifas subgrupo A3

Valores dos descontos	Azul
Desconto TUSD demanda	-
Desconto consumo Ponta	-
Desconto TUSD demanda Ponta	7,84759296
Desconto TUSD demanda Fora Ponta	4,80820775

Fonte: Autoria própria

3.1.1 Cálculo dos valores reais das tarifas com desconto de energia 50% incentivada e impostos inclusos

De posse dos valores das tarifas, dos descontos e dos impostos, pode-se calcular os valores das tarifas reais que serão realmente os valores utilizados na fatura de energia.

O valor real da tarifa da demanda para consumidores com modalidade tarifária verde é calculado de acordo com a Equação (6).

$$V_{real,demanda} = \frac{T_{demanda} - Desc_{demanda}}{(1 - PIS - COFINS - ICMS)} \quad (6)$$

Onde:

$V_{real,demanda}$ – Valor real da tarifa da demanda, em R\$;

$T_{demanda}$ – Valor da tarifa da demanda, em R\$;

$Desc_{demanda}$ – Valor do desconto na demanda, em R\$;

PIS – Valor do imposto PIS;

$COFINS$ – Valor do imposto COFINS;

$ICMS$ – Valor do imposto ICMS.

O valor real da tarifa do consumo ponta para consumidores com modalidade tarifária verde é calculado de acordo com a Equação (7).

$$V_{real,Consumo.P} = \frac{T_{Consumo.P} - Desc_{Consumo.P}}{(1 - PIS - COFINS) \times (1 - ICMS)} \quad (7)$$

Onde:

$V_{real,Consumo.P}$ – Valor real do consumo ponta, em R\$;

$T_{Consumo.P}$ – Valor da tarifa do consumo ponta, em R\$;

$Desc_{Consumo.P}$ – Valor do desconto no consumo ponta, em R\$;

PIS – Valor do imposto PIS;

$COFINS$ – Valor do imposto COFINS;

$ICMS$ – Valor do imposto ICMS.

O valor real da tarifa da demanda ponta para consumidores com modalidade tarifária azul é calculado de acordo com a Equação (8).

$$V_{real,demanda.P} = \frac{T_{demanda.P} - Desc \cdot demanda.P}{(1 - PIS - COFINS) \times (1 - ICMS)} \quad (8)$$

Onde:

$V_{real,demanda.P}$ – Valor real da tarifa da demanda ponta, em R\$;

$T_{demanda.P}$ – Valor da tarifa da demanda ponta, em R\$;

$Desc \cdot demanda.P$ – Valor do desconto na demanda ponta, em R\$;

PIS – Valor do imposto PIS;

$COFINS$ – Valor do imposto COFINS;

$ICMS$ – Valor do imposto ICMS.

O valor real da tarifa da demanda fora ponta para consumidores com modalidade tarifária azul é calculado de acordo com a Equação (9).

$$V_{real,demanda.FP} = \frac{T_{demanda.FP} - Desc \cdot demanda.FP}{(1 - PIS - COFINS) \times (1 - ICMS)} \quad (9)$$

Onde:

$V_{real,demanda.FP}$ – Valor real da tarifa da demanda fora ponta, em R\$;

$T_{demanda.FP}$ – Valor da tarifa da demanda fora ponta, em R\$;

$Desc \cdot demanda.FP$ – Valor do desconto na demanda fora ponta, em R\$;

PIS – Valor do imposto PIS;

$COFINS$ – Valor do imposto COFINS;

$ICMS$ – Valor do imposto ICMS.

A Tabela 7 mostra os valores das tarifas para o subgrupo A4 com modalidade tarifária verde e azul, com descontos e impostos inclusos.

Tabela 7 - Valores das tarifas subgrupo A4, com descontos e impostos inclusos

VALORES DAS TARIFAS DE ENERGIA		
Horossazonal Verde		
TARIFAS	TUSD (R\$/kW)	TUSD (R\$/kWh)
Consumo ativo Ponta	-	0,90543
Consumo ativo Fora Ponta	-	0,10791
Consumo reativo excedente	-	0,41410
Demanda ativa	12,69349	-
Demanda reativa excedente	25,29894	-
Ultrapassagem	50,59788	-
Horossazonal Azul		
TARIFAS	TUSD (R\$/kW)	TUSD (R\$/kWh)
Consumo ativo Ponta	-	0,10791
Consumo ativo Fora Ponta	-	0,10791
Consumo reativo excedente	-	0,41410
Demanda ativa Ponta	32,86061	-
Demanda ativa Fora Ponta	12,69349	-
Demanda reativa excedente Ponta e Fora Ponta	25,29894	-
Ultrapassagem Ponta	130,98656	-
Ultrapassagem Fora Ponta	50,59788	-

Fonte: Autoria própria

A Tabela 8 mostra os valores das tarifas para o subgrupo A3 com modalidade tarifária azul, com descontos e impostos inclusos.

Tabela 8 - Valores das tarifas subgrupo A3, com descontos e impostos inclusos

VALORES DAS TARIFAS DE ENERGIA		
Horossazonal Azul		
TARIFAS	TUSD (R\$/kW)	TUSD (R\$/kWh)
Consumo ativo Ponta	-	0,07128
Consumo ativo Fora Ponta	-	0,07128
Consumo reativo excedente	-	0,41410
Demanda ativa Ponta	10,20013	-
Demanda ativa Fora Ponta	6,24960	-
Demanda reativa excedente Ponta e Fora Ponta	12,45586	-
Ultrapassagem Ponta	40,65901	-
Ultrapassagem Fora Ponta	24,91171	-

Fonte: Autoria própria

Os valores das Tabela 7 e Tabela 8 serão referências para os cálculos a seguir.

3.2 DEMANDAS

3.2.1 Análise das demandas contratadas

A demanda contratada é o valor de potência em que a distribuidora é obrigada a disponibilizar para o consumidor.

Para a definição desse valor é necessário que o consumidor realize um estudo de demanda de acordo com o consumo. Após estudo realizado, o consumidor solicitará a disponibilização desse valor de demanda para a distribuidora, que será o valor de referência para a cobrança da parcela da demanda pela distribuidora. Esse acordo entre o consumidor e a distribuidora se firmará através do contrato de energia.

Um estudo de demanda é de suma importância para se obter um valor de demanda ótimo para o consumidor. A Resolução Normativa ANEEL Nº 1.000 (ANEEL, 2021), estabelece um período de 3 meses para ser realizado um teste de adequação de demanda.

Nesse período de testes, o valor faturado será o valor medido vezes o valor da tarifa de demanda. Após o período de testes, o consumidor poderá solicitar a redução dessa demanda para a distribuidora, porém a mesma terá um prazo de até 90 dias para efetivar essa solicitação para consumidores do subgrupo A4 e 180 dias para os demais consumidores. Para o caso de acréscimo no valor da demanda contratada é possível atender à solicitação de imediato desde que haja disponibilidade na rede de distribuição da distribuidora. Há também a restrição de que só se pode solicitar a redução da demanda contratada uma vez a cada 12 meses (BARROS, BORELLI, & GEDRA, 2020).

Para a aferição da demanda, o medidor de energia faz uma média da demanda requerida a cada 15 minutos. O maior valor médio registrado durante o período de faturamento será o valor utilizado para a cobrança da demanda pela distribuidora.

De acordo com a Resolução Normativa Nº 1.000 (ANEEL, 2021) , caso o valor da demanda máxima registrada no período de faturamento seja inferior ao valor de demanda contratado, deverá ser faturado o valor da demanda contratado vezes o valor da tarifa.

Nesse primeiro caso, o valor faturado é calculado de acordo com a Equação (10).

$$Vf = Dc \times Te \quad (10)$$

Onde:

Vf – Valor faturado, em R\$;

Dc – Demanda contratada, em kW;

Te – Tarifa, em R\$/kW.

Caso o valor de demanda máxima registrada no período de faturamento seja superior ao valor de demanda contratado e inferior a 1,05% do valor de demanda contratado, deverá ser faturado o valor da demanda registrada vezes o valor da tarifa.

Nesse segundo caso, o valor faturado é calculado de acordo com a Equação (11).

$$Vf = Dr \times Te \quad (11)$$

Onde:

Vf – Valor faturado, em R\$;

Dr – Demanda registrada, em kW;

Te – Tarifa, em R\$/kW.

Já para o caso o valor da demanda máxima registrada no período de faturamento seja superior a 1,05% do valor de demanda contratado, deverá ser faturado o valor de demanda registrado vezes o valor da tarifa mais o valor de demanda ultrapassada, que é a demanda registrada menos a demanda contratada, vezes a tarifa de ultrapassagem, que é o dobro do valor da tarifa.

Neste último caso, o valor faturado é calculado de acordo com a Equação (12).

$$Vf = (Dr \times Te) + (Dr - Dc) \times 2 \times Te \quad (12)$$

Onde:

Vf – Valor faturado, em R\$;

Dr – Demanda registrada, em kW;

Dc – Demanda contratada, em kW;

Te – Tarifa, em R\$/kW.

3.2.2 Análise das demandas registradas

Nas Tabela 9 e Tabela 10 abaixo pode-se ver os valores das demandas registradas máximas, demanda contrata e demanda limite para os postos tarifários ponta e fora ponta no período de abril/2022 a novembro/2022 para a Indústria A e B, respectivamente.

Tabela 9 – Valores de demandas entre abr/2022 e nov/2022 – Indústria A

VALORES DE DEMANDAS - INDÚSTRIA A								
Horário Ponta								
Meses do ano	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22
Demanda registrada máxima (kW)	295,7	339,4	409,9	369,6	453,6	319,2	396,5	566,2
Demanda contratada (kW)	700,0	700,0	700,0	700,0	700,0	700,0	700,0	700,0
Demanda limite (kW)	735,0	735,0	735,0	735,0	735,0	735,0	735,0	735,0
Horário Fora Ponta								
Meses do ano	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22
Demanda registrada máxima (kW)	566,2	535,9	532,6	524,2	557,8	618,2	566,2	567,8
Demanda contratada (kW)	700,0	700,0	700,0	700,0	700,0	700,0	700,0	700,0
Demanda limite (kW)	735,0	735,0	735,0	735,0	735,0	735,0	735,0	735,0

Fonte: Autoria própria

Tabela 10 - Valores de demandas entre abr/2022 e nov/2022 – Indústria B

VALORES DE DEMANDAS - INDÚSTRIA B								
Horário Ponta								
Meses do ano	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22
Demanda registrada máxima (kW)	5270,4	5414,4	5212,8	5212,8	5760,0	4708,8	5500,8	5356,8
Demanda contratada (kW)	4300,0	4300,0	4300,0	4300,0	4300,0	4300,0	4300,0	4300,0
Demanda limite (kW)	4515,0	4515,0	4515,0	4515,0	4515,0	4515,0	4515,0	4515,0
Horário Fora Ponta								
Meses do ano	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22
Demanda registrada máxima (kW)	6033,6	5601,6	5904,0	5976,0	5947,2	5803,2	5990,4	6177,6
Demanda contratada (kW)	5800,0	5800,0	5800,0	5800,0	5800,0	5800,0	5800,0	5800,0
Demanda limite (kW)	6090,0	6090,0	6090,0	6090,0	6090,0	6090,0	6090,0	6090,0

Fonte: Autoria própria

A partir das Tabela 9 e Tabela 10 foram construídos os Gráfico 1, Gráfico 2, Gráfico 3 e Gráfico 4 referentes às demandas registradas máximas, demanda contrata e demanda limite nos postos tarifários ponta e fora ponta para a Indústria A e B, respectivamente.

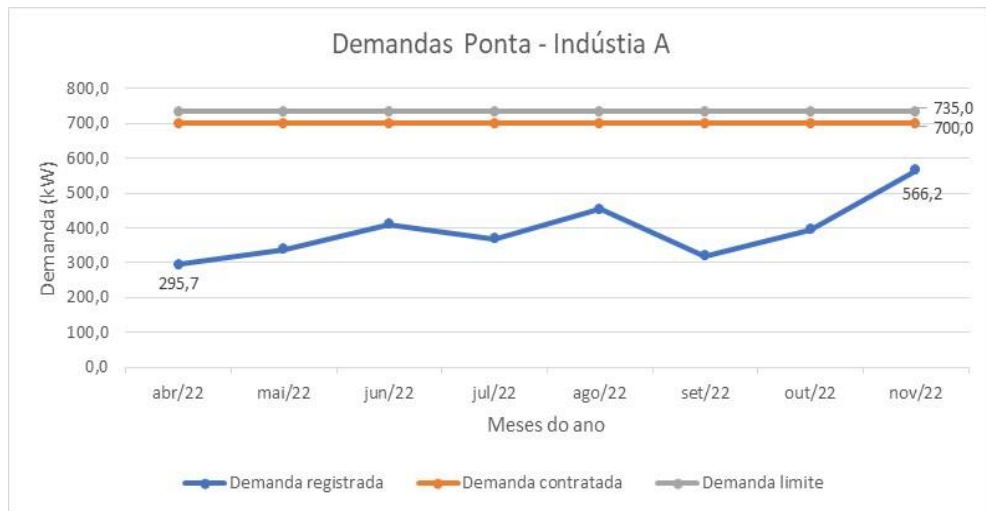


Gráfico 1 - Valores de demandas ponta – Indústria A

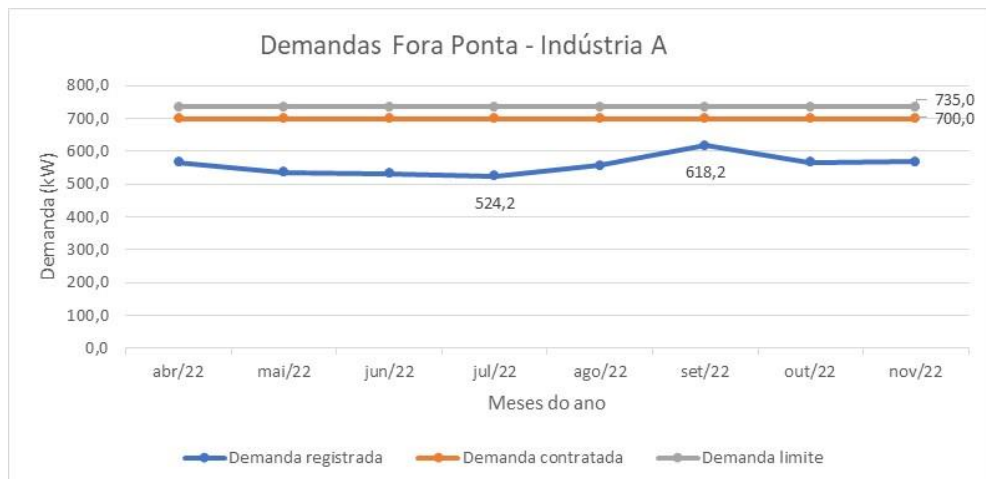


Gráfico 2 - Valores de demandas fora ponta – Indústria A

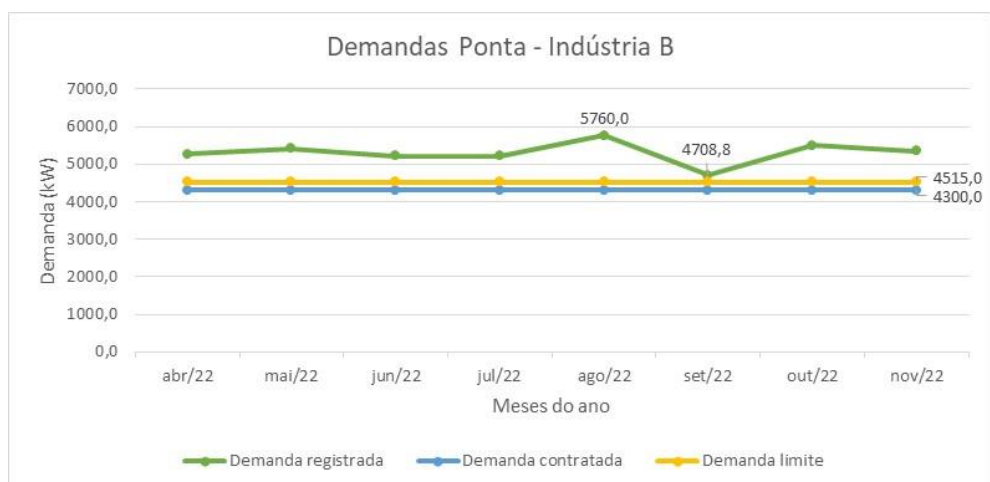


Gráfico 3 - Valores de demandas ponta – Indústria B

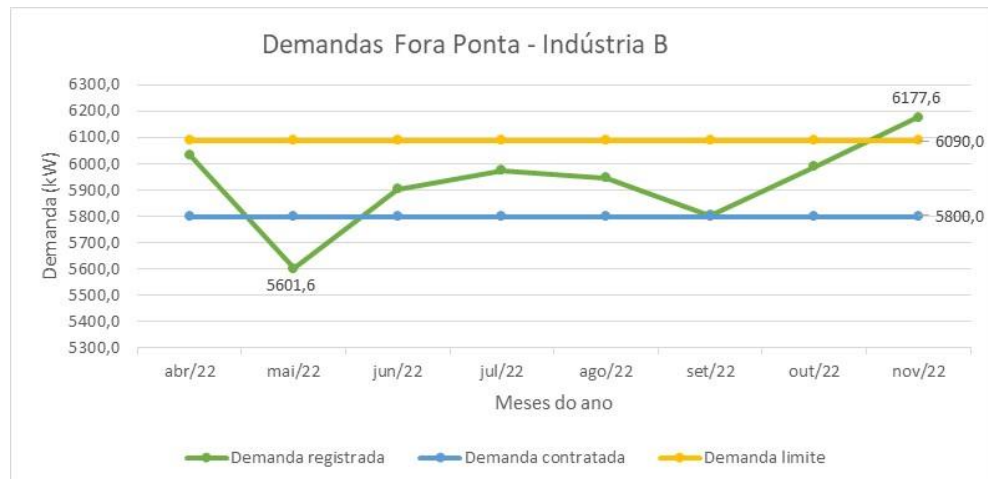


Gráfico 4 - Valores de demandas fora ponta – Indústria B

Analisando os valores de demanda contratada para a Indústria A e B, pode-se afirmar que esse valor de demanda está superdimensionado para a Indústria A, acarretando pagamento de valores excedentes de demanda que não estão sendo utilizados e subdimensionado para a Indústria B, acarretando pagamento de multas por ultrapassagem de demanda.

3.2.3 Cálculo da demanda ótima

Para o cálculo do valor ótimo de demanda contratada é necessário fazer um estudo de demanda de pelo menos 12 meses pois é necessário avaliar todos os fatores que influenciam no funcionamento da indústria e consequentemente no consumo de energia elétrica durante todo esse ciclo. Também é necessário considerar as estratégias de ampliação ou redução da atividade produtiva que está diretamente ligada ao consumo de energia da indústria. (BARROS, BORELLI, & GEDRA, 2020)

O valor ótimo de demanda contratada é o valor mais próximo da demanda registrada e que, esse valor de demanda registrada, não ultrapasse 5% do valor da demanda contratada. Dessa forma o consumidor não se pagará um valor excedente de demanda como também não pagará multa por ultrapassagem de demanda contratada.

Em alguns casos, algumas indústrias têm uma variação muito grande nos valores das demandas registradas ao longo do ano. Nesses casos é necessário realizar um estudo econômico onde o pagamento de multa em alguns meses do ano não seja superior ao pagamento de demanda excedente durante todo esse ano.

Para o cálculo do valor ótimo de demanda ponta contratada para a Indústria A foi-se alterando o valor dessa demanda de 300kW para 600kW em um intervalo de 20kW e registrando o valor de demanda faturado durante esses 8 meses de análise.

A Tabela 11 mostra os valores faturados de demanda ponta de acordo com a variação da demanda contratada ponta, para a Indústria A.

Tabela 11 - Valor ótimo de demanda contratada ponta - Indústria A

VALOR ÓTIMO DE DEMANDA - INDÚSTRIA A			
Posto tarifário	Demanda	Valor limite	Valor faturado
Horário Ponta	300,0	315,0	R\$ 153.227,69
	320,0	336,0	R\$ 144.762,80
	340,0	357,0	R\$ 138.253,77
	360,0	378,0	R\$ 133.022,36
	380,0	399,0	R\$ 128.994,96
	400,0	420,0	R\$ 127.144,26
	420,0	441,0	R\$ 128.132,70
	440,0	462,0	R\$ 128.553,32
	460,0	483,0	R\$ 131.392,47
	480,0	504,0	R\$ 134.678,54
	500,0	525,0	R\$ 137.964,60
	520,0	546,0	R\$ 141.250,66
	540,0	567,0	R\$ 142.817,45
	560,0	588,0	R\$ 147.417,93
	580,0	609,0	R\$ 152.473,21
	600,0	630,0	R\$ 157.730,91

Fonte: Autoria própria

A partir da Tabela 11 foi construído o Gráfico 5 que simula os valores de demanda ponta, em reais, que seriam pagos durante os 8 meses de análise, com a variação da demanda contratada.

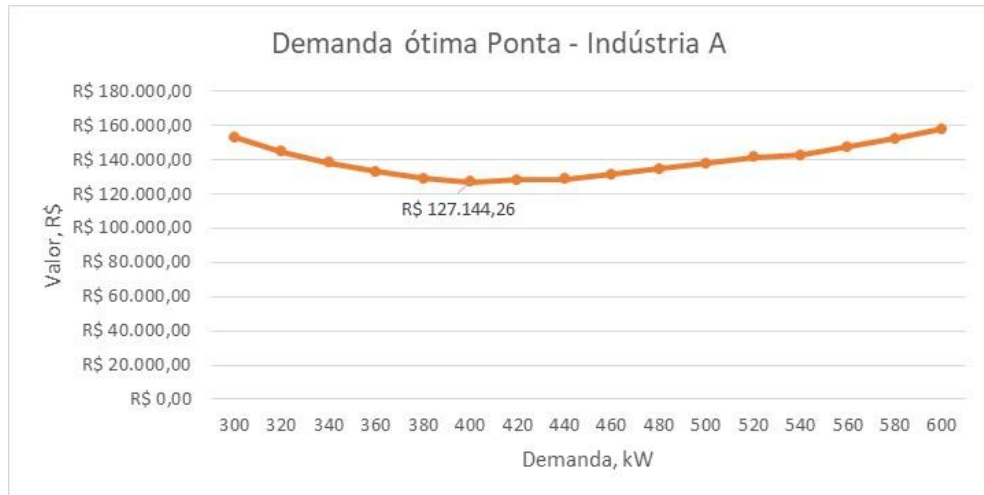


Gráfico 5 - Valor ótimo de demanda contratada ponta - Indústria A

De acordo com o Gráfico 5, pode-se afirmar que o valor ótimo de demanda ponta contratada é de 400kW, para a Indústria A.

Considerando o valor de demanda ponta contratada de 400kW e analisando os valores da Tabela 9, conclui-se que há o pagamento de multa por ultrapassagem de demanda nos meses de agosto e novembro, porém o pagamento de multa nesses dois meses ainda é mais vantajoso para essa indústria do que o pagamento de demanda excedente nos outros 6 meses que foram realizadas as análises.

Para o cálculo do valor ótimo de demanda fora ponta contratada para a Indústria A foi-se alterando o valor dessa demanda de 400kW para 700kW em um intervalo de 20kW e registrando o valor de demanda faturado durante esses 8 meses de análise.

A Tabela 12 mostra os valores faturados de demanda fora ponta de acordo com a variação da demanda contratada fora ponta, para a Indústria A.

Tabela 12 - Valor ótimo de demanda contratada fora ponta - Indústria A

VALOR ÓTIMO DE DEMANDA - INDÚSTRIA A			
Posto tarifário	Demanda	Valor limite	Valor faturado
Horário Fora Ponta	400,0	420,0	R\$ 88.935,69
	420,0	441,0	R\$ 84.873,78
	440,0	462,0	R\$ 80.811,86
	460,0	483,0	R\$ 76.749,94
	480,0	504,0	R\$ 72.688,02
	500,0	525,0	R\$ 68.012,75
	520,0	546,0	R\$ 63.735,56
	540,0	567,0	R\$ 59.765,03
	560,0	588,0	R\$ 59.340,56
	580,0	609,0	R\$ 60.354,01
	600,0	630,0	R\$ 61.160,30
	620,0	651,0	R\$ 62.959,73
	640,0	672,0	R\$ 64.990,69
	660,0	693,0	R\$ 67.021,65
	680,0	714,0	R\$ 69.052,61
	700,0	735,0	R\$ 71.083,56

Fonte: Autoria própria

A partir da Tabela 12 foi construído o Gráfico 6 que simula os valores de demanda fora ponta, em reais, que seriam pagos durante os 8 meses de análise, com a variação da demanda contratada.

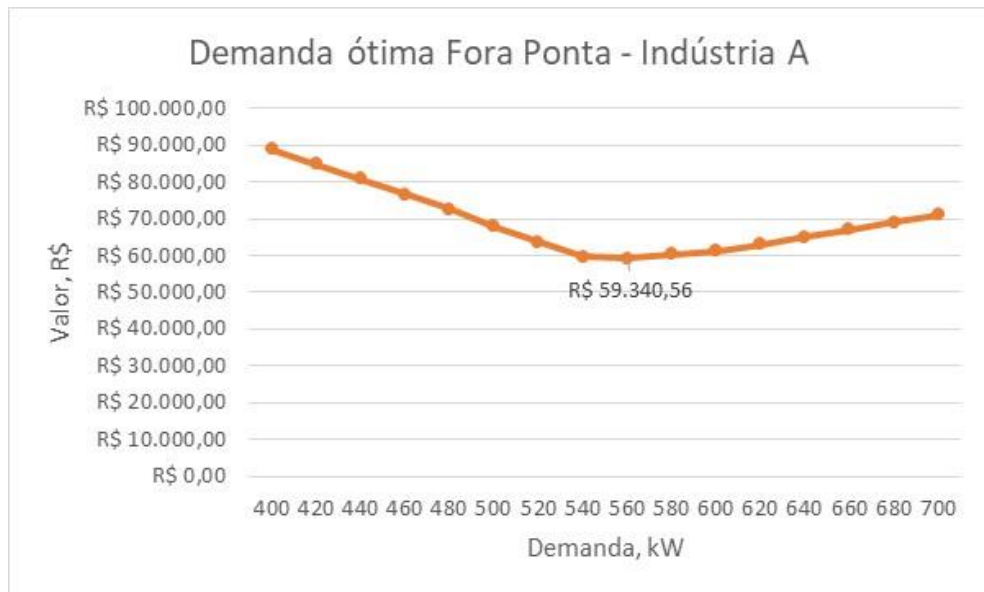


Gráfico 6 - Valor ótimo de demanda contratada fora ponta - Indústria A

De acordo com o Gráfico 6, pode-se afirmar que o valor ótimo de demanda fora ponta contratada é de 560kW, para a Indústria A.

Considerando o valor de demanda fora ponta contratada de 560kW e analisando os valores da Tabela 9, conclui-se que há o pagamento de multa por ultrapassagem de demanda nos meses de setembro e novembro, porém o pagamento de multa nesses dois meses ainda é mais vantajoso para essa indústria do que o pagamento de demanda excedente nos outros 6 meses que foram realizadas as análises.

Para o cálculo do valor ótimo de demanda ponta contratada para a Indústria B foi-se alterando o valor dessa demanda de 4300kW para 5800kW em um intervalo de 100kW e registrando o valor de demanda faturado durante esses 8 meses de análise.

A Tabela 13 mostra os valores faturados de demanda ponta de acordo com a variação da demanda contratada ponta, para a Indústria B.

Tabela 13 - Valor ótimo de demanda contratada ponta - Indústria B

VALOR ÓTIMO DE DEMANDA - INDÚSTRIA B			
Posto tarifário	Demanda	Valor limite	Valor faturado
Horário de Ponta	4300	4515	R\$ 596.813,62
	4400	4620	R\$ 580.493,41
	4500	4725	R\$ 559.913,63
	4600	4830	R\$ 545.633,45
	4700	4935	R\$ 531.353,27
	4800	5040	R\$ 518.003,34
	4900	5145	R\$ 504.743,18
	5000	5250	R\$ 482.800,66
	5100	5355	R\$ 470.144,34
	5200	5460	R\$ 455.431,67
	5300	5565	R\$ 450.356,09
	5400	5670	R\$ 452.836,76
	5500	5775	R\$ 451.465,86
	5600	5880	R\$ 458.597,79
	5700	5985	R\$ 465.737,88
	5800	6090	R\$ 473.285,98

Fonte: Autoria própria

A partir da Tabela 13 foi construído o Gráfico 7 que simula os valores de demanda ponta, em reais, que seriam pagos durante os 8 meses de análise, com a variação da demanda contratada.

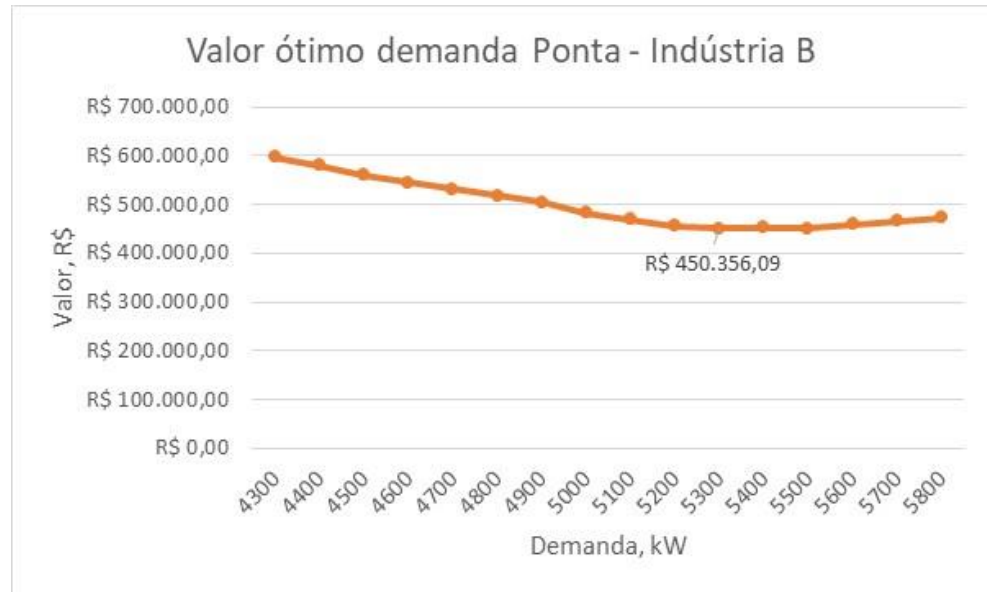


Gráfico 7 - Valor ótimo de demanda contratada ponta - Indústria B

De acordo com o Gráfico 7, pode-se afirmar que o valor ótimo de demanda ponta contratada é de 5300kW.

Considerando o valor de demanda ponta contratada de 5300kW e analisando os valores da Tabela 10, conclui-se que há o pagamento de multa por ultrapassagem de demanda no mês de agosto, porém o pagamento de multa nesse mês ainda é mais vantajoso para essa indústria do que o pagamento de demanda excedente nos outros 7 meses que foram realizadas as análises.

Para o cálculo do valor ótimo de demanda fora ponta contratada para a Indústria B foi-se alterando o valor dessa demanda de 5300kW para 6800kW em um intervalo de 100kW e registrando o valor de demanda faturado durante esses 8 meses de análise.

A Tabela 14 mostra os valores faturados de demanda fora ponta de acordo com a variação da demanda contratada fora ponta, para a Indústria B.

Tabela 14 - Valor ótimo de demanda contratada fora ponta - Indústria B

VALOR ÓTIMO DE DEMANDA - INDÚSTRIA B			
Posto tarifário	Demanda	Valor limite	Valor faturado
Horário Fora Ponta	5300	5565	R\$ 359.357,16
	5400	5670	R\$ 346.837,95
	5500	5775	R\$ 338.088,51
	5600	5880	R\$ 326.799,23
	5700	5985	R\$ 310.825,24
	5800	6090	R\$ 302.400,78
	5900	6195	R\$ 298.911,00
	6000	6300	R\$ 301.300,85
	6100	6405	R\$ 305.465,58
	6200	6510	R\$ 309.980,30
	6300	6615	R\$ 314.979,98
	6400	6720	R\$ 319.979,66
	6500	6825	R\$ 324.979,34
	6600	6930	R\$ 329.979,03
	6700	7035	R\$ 334.978,71
	6800	7140	R\$ 339.978,39

Fonte: Autoria própria

A partir da Tabela 14 foi construído o Gráfico 8 que simula os valores de demanda fora ponta, em reais, que seriam pagos durante os 8 meses de análise, com a variação da demanda contratada.

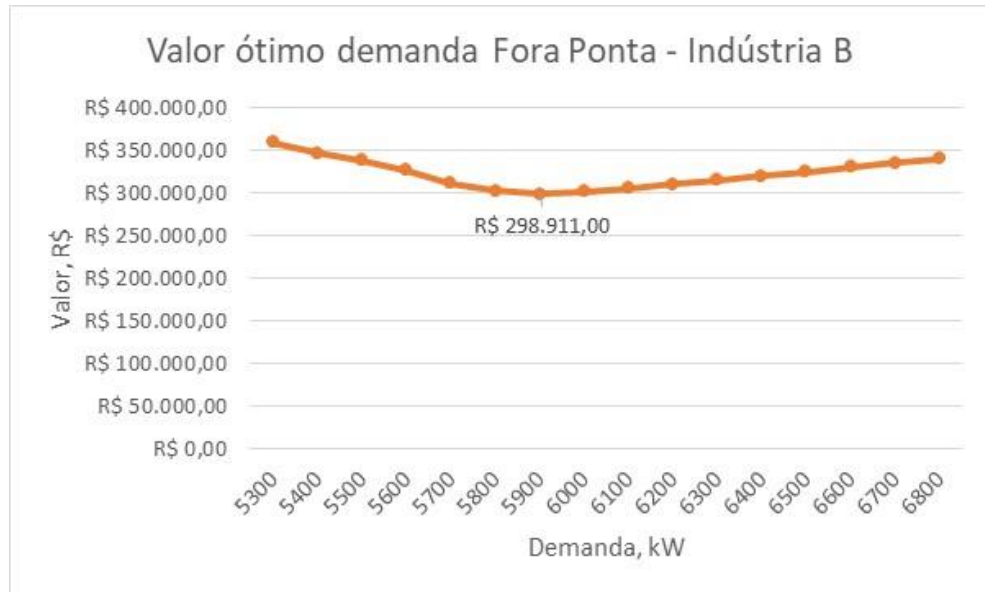


Gráfico 8 - Valor ótimo de demanda contratada fora ponta - Indústria B

De acordo com o Gráfico 8, pode-se afirmar que o valor ótimo de demanda fora ponta contratada é de 5900kW.

Considerando o valor de demanda fora ponta contratada de 5900kW e analisando os valores da Tabela 10, conclui-se que esse é o cenário mais vantajoso e não há o pagamento de multa por ultrapassagem de demanda nos 8 meses que foram realizadas as análises.

3.2.4 Análise das demandas contratadas após ajuste de demandas ótimas

Com os valores de demandas contratadas ajustados para os valores ótimos, podemos fazer uma análise comparativa dos valores faturados antes e após o ajuste dos valores de demandas contratadas para a Indústria A e B.

A Tabela 15 mostra os valores de demanda faturados durante o período de análise antes do ajuste do valor de demanda contratada da Indústria A.

Tabela 15 - Valores de demanda faturados - Indústria A

VALORES DE DEMANDA FATURADOS - INDÚSTRIA A								
Horário de ponta								
Meses do ano	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22
Demanda Máxima (kW)	295,7	339,4	409,9	369,6	453,6	319,2	396,5	566,2
Demanda contratada (kW)	700,0	700,0	700,0	700,0	700,0	700,0	700,0	700,0
Horário fora de ponta								
Meses do ano	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22
Demanda Máxima (kW)	566,2	535,9	532,6	524,2	557,8	618,2	566,2	567,8
Demanda contratada (kW)	700,0	700,0	700,0	700,0	700,0	700,0	700,0	700,0
Valores faturados								
Valor da demanda (R\$/kW)	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69
Valor da demanda faturado (R\$)	R\$ 8.885,45	R\$ 8.885,45	R\$ 8.885,45	R\$ 8.885,45	R\$ 8.885,45	R\$ 8.885,45	R\$ 8.885,45	R\$ 8.885,45
TOTAL								R\$ 71.083,56

Fonte: Autoria própria

A Tabela 16 mostra os valores de demanda faturados durante o período de análise após o ajuste do valor de demanda contratada da Indústria A.

Tabela 16 - Valores de demanda corrigida faturados - Indústria A

VALORES DE DEMANDA FATURADOS - INDÚSTRIA A								
Horário de ponta								
Meses do ano	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22
Demanda Máxima (kW)	295,7	339,4	409,9	369,6	453,6	319,2	396,5	566,2
Demanda contratada (kW)	560,0	560,0	560,0	560,0	560,0	560,0	560,0	560,0
Horário fora de ponta								
Meses do ano	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22
Demanda Máxima (kW)	566,2	535,9	532,6	524,2	557,8	618,2	566,2	567,8
Demanda contratada (kW)	560,0	560,0	560,0	560,0	560,0	560,0	560,0	560,0
Valores faturados								
Valor da demanda (R\$/kW)	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69
Valor da demanda faturado (R\$)	R\$ 7.186,55	R\$ 7.108,36	R\$ 7.108,36	R\$ 7.108,36	R\$ 7.108,36	R\$ 9.326,16	R\$ 7.186,55	R\$ 7.207,87
TOTAL								R\$ 59.340,56

Fonte: Autoria própria

Analisando as Tabela 15 e Tabela 16, podemos concluir que há uma economia de **R\$11.743,00** em oito meses de funcionamento para a Indústria A.

A partir do Gráfico 9 pode-se ver a variação dos valores faturados antes e após o ajuste de demanda.

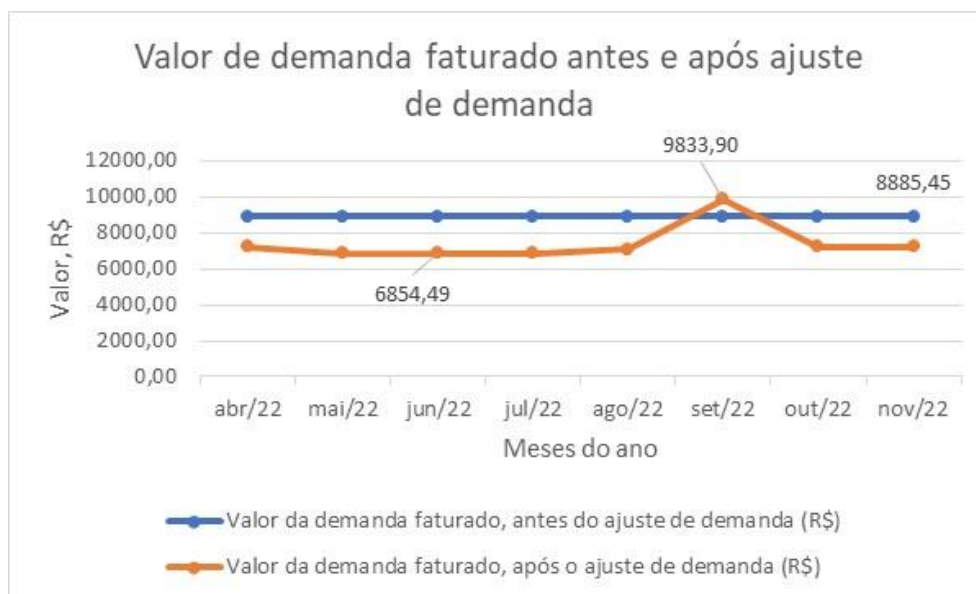


Gráfico 9 - Valor de demanda faturado antes e após ajuste de demanda – Indústria A

A Tabela 17 mostra os valores de demanda faturados durante o período de análise antes do ajuste do valor de demanda contratada da Indústria B.

Tabela 17 - Valores de demanda faturados - Indústria B

VALORES DE DEMANDA FATURADOS - INDÚSTRIA B								
Horário de ponta								
Meses do ano	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22
Demanda Máxima (kW)	5270,4	5414,4	5212,8	5212,8	5760,0	4708,8	5500,8	5356,8
Demanda contratada (kW)	4300,0	4300,0	4300,0	4300,0	4300,0	4300,0	4300,0	4300,0
Horário fora de ponta								
Meses do ano	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22
Demanda Máxima (kW)	6033,6	5601,6	5904,0	5976,0	5947,2	5803,2	5990,4	6177,6
Demanda contratada (kW)	5800,0	5800,0	5800,0	5800,0	5800,0	5800,0	5800,0	5800,0
Valores faturados								
Valor da demanda Ponta (R\$/kW)	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20
Valor da demanda Fora Ponta (R\$/kW)	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
Valor da demanda faturado Ponta (R\$)	R\$ 73.555,17	R\$ 77.961,62	R\$ 71.792,59	R\$ 71.792,59	R\$ 88.537,12	R\$ 56.369,99	R\$ 80.605,50	R\$ 76.199,04
Valor da demanda faturado Fora Ponta (R\$)	R\$ 37.707,60	R\$ 35.007,77	R\$ 36.897,65	R\$ 37.347,63	R\$ 37.167,64	R\$ 36.267,69	R\$ 37.437,62	R\$ 51.816,71
TOTAL								R\$ 906.463,94

Fonte: Autoria própria

A Tabela 18 mostra os valores de demanda faturados durante o período de análise após o ajuste do valor de demanda contratada da Indústria B.

Tabela 18 - Valores de demanda corrigida faturados - Indústria B

VALORES DE DEMANDA FATURADOS - INDÚSTRIA B								
Horário de ponta								
Meses do ano	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22
Demanda Máxima (kW)	5270,4	5414,4	5212,8	5212,8	5760,0	4708,8	5500,8	5356,8
Demanda contratada (kW)	5300,0	5300,0	5300,0	5300,0	5300,0	5300,0	5300,0	5300,0
Horário fora de ponta								
Meses do ano	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22
Demanda Máxima (kW)	6033,6	5601,6	5904,0	5976,0	5947,2	5803,2	5990,4	6177,6
Demanda contratada (kW)	5900,0	5900,0	5900,0	5900,0	5900,0	5900,0	5900,0	5900,0
Valores faturados								
Valor da demanda Ponta (R\$/kW)	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20
Valor da demanda Fora Ponta (R\$/kW)	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
Valor da demanda faturado Ponta (R\$)	R\$ 54.060,68	R\$ 55.227,58	R\$ 54.060,68	R\$ 54.060,68	R\$ 68.136,86	R\$ 54.060,68	R\$ 56.108,87	R\$ 54.640,05
Valor da demanda faturado Fora Ponta (R\$)	R\$ 37.707,60	R\$ 36.872,66	R\$ 36.897,65	R\$ 37.347,63	R\$ 37.167,64	R\$ 36.872,66	R\$ 37.437,62	R\$ 38.607,55
TOTAL								R\$ 749.267,09

Fonte: Autoria própria

Analisando as Tabela 17 e Tabela 18, podemos concluir que há uma economia de **R\$157.196,85** em oito meses de funcionamento para a Indústria B.

A partir do Gráfico 10 pode-se ver a variação dos valores faturados antes e após o ajuste de demanda.



Gráfico 10 - Valor de demanda faturado antes e após ajuste de demanda – Indústria B

3.3 ANÁLISE DA MODALIDADE TARIFÁRIA

Consumidores do grupo A com nível de tensão maior ou igual a 69kV (subgrupos A1, A2 e A3) não têm a opção de escolher entre as modalidades tarifárias verde ou azul, eles já são considerados com a modalidade tarifária horária azul. Já consumidores do grupo A com o nível de tensão menor que 69kV (subgrupos A3a, A4 e AS) podem optar pela modalidade tarifária verde ou azul.

Para saber qual a melhor modalidade tarifária para cada consumidor é necessária fazer uma análise de acordo com o perfil de consumo do consumidor e com as tarifas de energia aplicadas pela distribuidora.

3.3.1 Análise comparativa modalidade tarifária verde e azul para a Indústria A

A Indústria A tem tensão de fornecimento de 13,8kV e se enquadra no subgrupo A4 e por isso pode escolher qual melhor modalidade tarifária de acordo com o seu perfil de consumo.

Há duas diferenças entre as modalidades tarifárias verde e azul. A primeira delas diz respeito ao valor da tarifa de uso fio no posto tarifário de ponta (consumo ativo na ponta). A modalidade tarifária verde tem o valor superior que a modalidade tarifária azul quando se refere à tarifa de uso fio pago no horário ponta. A segunda diferença diz respeito à contratação de demanda. A modalidade tarifária verde paga apenas um valor de demanda contratada enquanto a modalidade tarifária azul paga dois valores de demanda referentes a demanda no posto tarifário ponta e fora ponta.

É necessário fazer um estudo econômico para definir qual a melhor modalidade tarifária que um consumidor se enquadra.

Na Tabela 19 podemos ver o valor do consumo ativo ponta, demanda máxima ponta e demanda máxima fora ponta para a Indústria A.

Tabela 19 – Valores de consumos - Indústria A

CONSUMO DE ENERGIA - INDÚSTRIA A								
TARIFAS	VALORES MEDIDOS							
	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22
Consumo Ativo na Ponta (kWh)	11.735,22	9.290,40	12.206,46	11.767,98	11.128,32	11.764,62	12.049,38	23.025,24
Demanda Máxima na Ponta (kW)	295,68	339,36	409,92	369,60	453,60	319,20	396,48	566,16
Demanda Máxima Fora Ponta (kW)	566,16	535,92	532,56	524,16	557,76	618,24	566,16	567,84

Fonte: Autoria própria

Analisando simultaneamente as Tabela 7 e Tabela 19, podemos definir qual a melhor modalidade tarifária para a Indústria A.

A Tabela 20 mostra os valores, em reais, pagos para os dois cenários de modalidade tarifária: verde e azul.

Tabela 20 - Modalidade tarifária verde e azul

MODALIDADE TARIFÁRIA VERDE OU AZUL									
Horossazonal Verde - Livre									
TARIFAS	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22	TOTAL
Consumo ativo Ponta (R\$)	R\$ 10.625,48	R\$ 8.411,85	R\$ 11.052,15	R\$ 10.655,14	R\$ 10.075,97	R\$ 10.652,10	R\$ 10.909,93	R\$ 20.847,85	R\$ 93.230,46
Demanda ativa (R\$)	R\$ 7.186,55	R\$ 7.108,36	R\$ 7.108,36	R\$ 7.108,36	R\$ 7.108,36	R\$ 9.326,16	R\$ 7.186,55	R\$ 7.207,87	R\$ 59.340,56
TOTAL	R\$ 17.812,02	R\$ 15.520,21	R\$ 18.160,51	R\$ 17.763,49	R\$ 17.184,32	R\$ 19.978,26	R\$ 18.096,48	R\$ 28.055,73	R\$ 152.571,02
Horossazonal Azul - Livre									
TARIFAS	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22	TOTAL
Consumo Ativo na Ponta (R\$)	R\$ 1.266,32	R\$ 1.002,51	R\$ 1.317,17	R\$ 1.269,86	R\$ 1.200,83	R\$ 1.269,49	R\$ 1.300,22	R\$ 2.484,60	R\$ 11.111,00
Demanda Ativa na Ponta (R\$)	R\$ 13.144,24	R\$ 13.144,24	R\$ 13.470,22	R\$ 13.144,24	R\$ 18.428,23	R\$ 13.144,24	R\$ 13.144,24	R\$ 29.524,60	R\$ 127.144,26
Demanda ativa Fora Ponta (R\$)	R\$ 7.186,55	R\$ 7.108,36	R\$ 7.108,36	R\$ 7.108,36	R\$ 7.108,36	R\$ 9.326,16	R\$ 7.186,55	R\$ 7.207,87	R\$ 59.340,56
TOTAL	R\$ 21.597,11	R\$ 21.255,10	R\$ 21.895,75	R\$ 21.522,45	R\$ 26.737,42	R\$ 23.739,90	R\$ 21.631,01	R\$ 39.217,07	R\$ 197.595,82

Fonte: Autoria própria

Analisando os valores da Tabela 20, pode-se afirmar que a modalidade tarifária verde é mais vantajosa do que a modalidade tarifária azul para o cenário da Indústria A com a diferença de R\$45.024,80 entre elas durante os 8 meses de análise.

A partir do Gráfico 11 pode-se ver a variação dos valores da modalidade verde x azul.

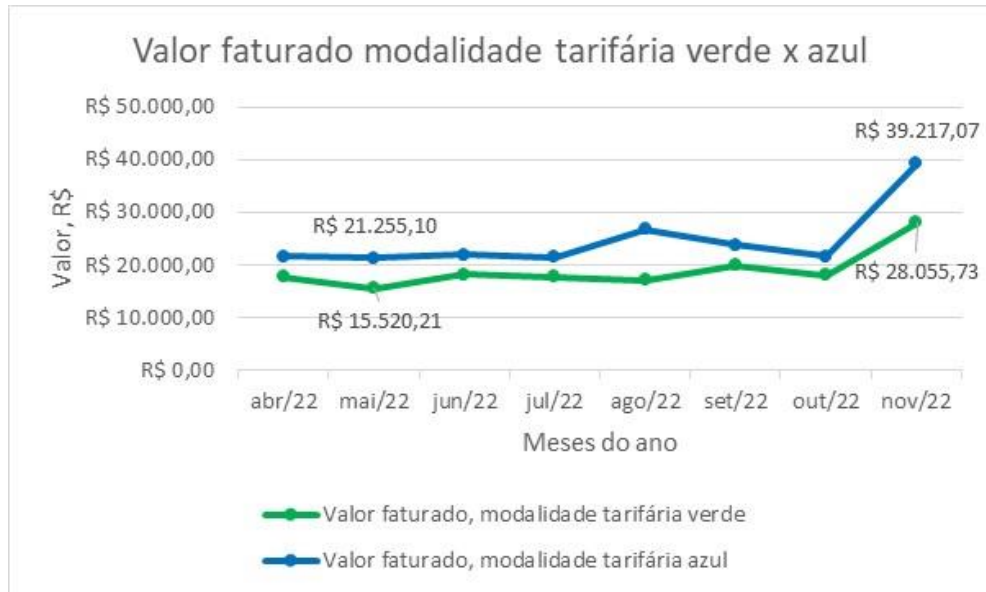


Gráfico 11 - Valor faturado modalidade verde x azul

3.4 FATOR DE POTÊNCIA

3.4.1 Definição

De acordo com a Resolução Normativa N° 1.000 (ANEEL, 2021), fator de potência é razão entre a energia elétrica ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias elétricas ativa e reativa, consumidas num mesmo período.

Os valores de energia elétrica e demanda de potências reativas excedente é calculado de acordo com as Equações (13) e (14), respectivamente.

$$E_{RE} = \sum_{T=1}^n \left[EEAM_T \times \left(\frac{f_R}{f_T} \right) - 1 \right] \times VR_{ERE} \quad (13)$$

$$D_{RE}(p) = \left[\sum_{T=1}^n MAX \left(DAM_T \times \frac{f_R}{f_T} \right) - DAF(p) \right] \times VR_{DRE} \quad (14)$$

Onde:

E_{RE} – energia elétrica reativa excedente à quantidade permitida pelo valor de referência de 0,92, no período de faturamento, em R\$;

$EEAM_T$ – montante de energia elétrica ativa em cada intervalo T de 1h, durante o período de faturamento, em MWh;

f_R – fator de potência de referência que é igual a 0,92;

f_T – fator de potência da unidade consumidora calculado em cada intervalo T de 1h, durante o período de faturamento;

VR_{ERE} – valor de referência equivalente à tarifa de energia “TE” da bandeira verde aplicável ao subgrupo B1, em R\$/MWh;

D_{RE} – valor, por posto tarifário “p”, correspondente à demanda de potência reativa excedente à quantidade permitida pelo fator de potência de referência “ f_R ” no período de faturamento, em Reais (R\$);

DAM_T – demanda de potência ativa medida no intervalo de integralização de uma hora “ T ”, durante o período de faturamento, em quilowatt (kW);

$DAF(p)$ – demanda de potência ativa faturável, em cada posto tarifário “p” no período de faturamento, em quilowatt (kW);

VR_{DRE} – valor de referência, em Reais por quilowatt (R\$/kW), equivalente às tarifas de demanda de potência – para o posto tarifário fora de ponta – das tarifas aplicáveis aos subgrupos do grupo A para a modalidade tarifária horária azul;

MAX – função que identifica o valor máximo da equação, dentro dos parênteses correspondentes, em cada posto tarifário “p”;

T – Intervalo de uma hora, no período de faturamento; DAM_T – demanda de potência ativa medida no intervalo de integralização de uma hora “ T ”, durante o período de faturamento, em quilowatt (kW);

p – posto tarifário ponta ou fora de ponta para as modalidades tarifárias horárias;

n – número de intervalos de integralização “ T ”, por posto tarifário “p”, no período e faturamento.

É de responsabilidade da distribuidora informar ao consumidor as 6h consecutivas, entre o horário de 23:30h e 06:30, que ela cobrará o excedente de fatores de potência menores que 0,92 capacitivo. Nos demais horários do dia, a distribuidora cobrará o excedente de fator de potência menor que 0,92 indutivo.

3.4.2 Causas e consequências de um baixo fator de potência

Há vários fatores que podem reduzir o valor do fator de potência da instalação. Alguns desses fatores são:

- Motores de indução operando em vazio, com pequenas cargas ou superdimensionados;
- Transformadores operando em vazio ou com pequenas cargas;
- Grandes quantidades de motores em operação;
- Cargas especiais com elevado consumo de energia reativa.

Um baixo valor de fator de potência gera várias consequências para o consumidor. Algumas dessas consequências são:

- Aumento da corrente total que circula nos condutores impedindo que a instalação possa transportar uma parcela maior de corrente elétrica para a realização de trabalho. Com o aumento da corrente também aumenta-se as quedas de tensão decorrentes das perdas do efeito Joule;
- Limitação da capacidade dos transformadores reduzindo a potência ativa disponível na instalação;
- Superdimensionamento dos condutores e com isso o aumento da capacidade do sistema de proteção;
- Pagamento de multas na fatura de energia elétrica por energia reativa excedente.

3.4.3 Análise da energia reativa excedente faturada

Unidades consumidoras do grupo A tem como limite mínimo permitido o valor de referência de 0,92 para o fator de potência. Será cobrada, na fatura de energia elétrica, o montante de energia elétrica e demanda de potências reativas que exceder esse valor.

A Tabela 21 abaixo mostra os excedentes de consumo de energia elétrica reativa ao período de abril de 2022 até novembro de 2022 para a Indústria A.

Tabela 21 - Energia reativa excedente – Indústria A

ENERGIA REATIVA EXCEDENTE - INDÚSTRIA A									
	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22	TOTAL
Demanda Reativa Excedente (kVAr)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Consumo Reativo Excedente Ponta (kVArh)	0,00	0,00	112,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	112,14
Consumo Reativo Excedente Fora Ponta	84,00	84,00	294,00	126,00	252,00	294,00	168,00	168,00	1470,00

Fonte: Autoria própria

A Tabela 22 abaixo mostra os excedentes de consumo de energia elétrica reativa ao período de abril de 2022 até novembro de 2022 para a Indústria B.

Tabela 22 - Energia reativa excedente – Indústria B

ENERGIA REATIVA EXCEDENTE - INDÚSTRIA B									
	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22	TOTAL
Demanda Reativa Excedente Ponta (kVAR)	0,00	122,40	0,00	277,20	0,00	0,00	0,00	0,00	399,60
Demanda Reativa Excedente Fora Ponta (kVAR)	133,20	0,00	28,80	262,80	0,00	201,60	0,00	0,00	626,40
Consumo Reativo Excedente Ponta (kVARh)	504,00	2.214,00	457,20	7.826,40	1.018,80	0,00	0,00	187,20	12207,6
Consumo Reativo Excedente Fora Ponta (kVARh)	32.400,00	33.120,00	30.600,00	84.600,00	14.760,00	36.360,00	8.640,00	11.880,00	252.360,00

Fonte: Autoria própria

Analisando os valores das Tabela 21 e Tabela 22, pode-se afirmar que há uma pequena parcela de energia reativa sendo paga pela Indústria A e uma grande parcela pela Indústria B.

A Tabela 23 mostra os valores de demanda e consumo excedentes faturados durante o período de análise da Indústria A.

Tabela 23 – Valores de energia reativa excedentes – Indústria A

VALORES ENERGIA REATIVA EXCEDENTE - INDÚSTRIA A									
	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22	TOTAL
Demanda Reativa Excedente (kVAr)	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Consumo Reativo Excedente Ponta (kVArh)	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 35,98	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 35,98
Consumo Reativo Excedente Fora Ponta (kVArh)	R\$ 26,95	R\$ 26,95	R\$ 94,32	R\$ 40,42	R\$ 80,85	R\$ 94,32	R\$ 53,90	R\$ 53,90	R\$ 471,61
TOTAL	R\$ 26,95	R\$ 26,95	R\$ 130,30	R\$ 40,42	R\$ 80,85	R\$ 94,32	R\$ 53,90	R\$ 53,90	R\$ 507,58

Fonte: Autoria própria

Analisando a Tabela 23, pode-se concluir que há um desperdício de **R\$507,58** em oito meses de funcionamento para a Indústria A.

A Tabela 24 mostra os valores de demanda e consumo excedentes faturados durante o período de análise da Indústria B.

Tabela 24 - Valores de energia reativa excedentes – Indústria B

VALORES ENERGIA REATIVA EXCEDENTE - INDÚSTRIA B									
	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22	TOTAL
Demanda Reativa Excedente Ponta (kVAR)	R\$ 0,00	R\$ 1.524,60	R\$ 0,00	R\$ 3.452,76	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 4.977,36
Demanda Reativa Excedente Fora Ponta (kVAR)	R\$ 1.659,12	R\$ 0,00	R\$ 358,73	R\$ 3.273,40	R\$ 0,00	R\$ 2.511,10	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 7.802,35
Consumo Reativo Excedente Ponta (kVARh)	R\$ 208,71	R\$ 916,82	R\$ 189,33	R\$ 3.240,93	R\$ 421,89	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 77,52	R\$ 5.055,20
Consumo Reativo Excedente Fora Ponta (kVARh)	R\$ 13.416,92	R\$ 13.715,07	R\$ 12.671,53	R\$ 35.033,06	R\$ 6.112,15	R\$ 15.056,76	R\$ 3.577,84	R\$ 4.919,54	R\$ 104.502,87
TOTAL	R\$ 15.284,74	R\$ 16.156,49	R\$ 13.219,59	R\$ 45.000,15	R\$ 6.534,04	R\$ 17.567,86	R\$ 3.577,84	R\$ 4.997,06	R\$ 122.337,77

Fonte: Autoria própria

Analisando a Tabela 24, pode-se concluir que há um desperdício de **R\$122.337,77** em oito meses de funcionamento para a Indústria B.

3.4.4 Soluções técnicas para correção de fator de potência

A solução mais adequada para a redução do valor do fator de potência de uma instalação requer o conhecimento e a análise das causas que colocam esse fator de potência abaixo do valor estipulado de 0,92.

O método mais utilizado para a correção do fator de potência é a instalação de banco de capacitores próximo das cargas pois os mesmos são capazes de fornecer a energia reativa que será consumida pelas cargas.

Há algumas possibilidades quando se fala da instalação de banco de capacitores para a redução do valor do fator de potência.

Os bancos de capacitores fixos são utilizados em instalações onde é conhecido o perfil de funcionamento do sistema produtivo da indústria, ou seja, quando não há variação do consumo de energia reativa durante o período de funcionamento da fábrica. Nesse sistema, sabe-se previamente o valor de potência reativa que deve ser fornecida para a compensação da carga. Essa é a solução mais econômica. Normalmente utilizam-se contadores de comando para acionar o banco de capacitores apenas quando a carga estiver em operação.

Os bancos de capacitores com sistemas semiautomáticos são utilizados em instalações onde é conhecido o perfil de funcionamento do sistema produtivo da indústria, ou seja, quando há variação do consumo de energia reativa, em horários determinados, durante o período de funcionamento da fábrica. Normalmente utilizam-se programadores horários para acionar o banco de capacitores apenas nos horários pré-definidos.

Os bancos de capacitores com sistemas automáticos são utilizados em instalações onde não se conhece o perfil de funcionamento do sistema produtivo da indústria, ou seja, quando há variação do consumo de energia reativa, em horários desconhecidos, durante o período de funcionamento da fábrica. Normalmente utilizam-se dispositivos controladores que calculam o fator de potência da instalação. Na saída desses dispositivos controladores são instalados contadores que acionam o banco de capacitores de acordo com o valor do fator de potência da instalação para fazer o ajuste do fator de potência para maior ou igual ao valor de 0,92 estipulado.

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE CONTINUIDADE

As análises realizadas nesse trabalho mostraram o quanto de despesas desnecessárias pode haver se uma indústria não houver uma boa gestão da fatura de energia elétrica.

Uma análise no valor de demanda contratada é essencial para que não haja pagamentos excedentes por uma demanda contratada maior do que a que realmente é necessária ou pagamentos de multas por excesso de demanda. Outro ponto bastante relevante diz respeito ao pagamento de excedentes de energia reativa por valores de fator de potência inadequados sendo necessário ações técnicas para corrigir tal deficiência.

Os tópicos aqui abordados são de extrema importância na gestão de energia elétrica, porém há outras análises que podem ser realizadas para minimizar os custos com esse insumo. Alguns exemplos dessas outras análises são:

- Análise da tensão de fornecimento: essa análise é feita com a finalidade de definir qual a melhor tensão de fornecimento para a indústria tendo em vista que, quanto maior for o nível da tensão de fornecimento, menor serão as tarifas aplicadas a essa indústria;
- Análise mais minuciosa do valor da demanda contratada: para os casos analisados acima, foram escolhidos intervalos de valores de demandas para se achar o valor de demanda ótimo de cada indústria. Pode-se fazer essa análise com intervalos menores achando assim um valor mais adequado de demanda contratada;
- Análise do ambiente e contratação: essa análise é feita com a finalidade de definir qual o melhor ambiente de contratação para as indústrias: ACL ou ACR.
- Análise da contratação de energia incentivada: essa análise é feita com a finalidade de definir qual a melhor energia incentivada deve ser contratada tendo em vista que há as opções de energia 50%, 80% e 100% incentivada.

5 BIBLIOGRAFIA

1. ANEEL. (7 de dezembro de 2021). *RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 1.000*. Fonte: RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 1.000: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-normativa-aneel-n-1.000-de-7-de-dezembro-de-2021-368359651>
2. ANEEL. (02 de fevereiro de 2021). *Procedimentos de Regulação Tarifária - PRORET*. Fonte: https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2021912_Proret_Submod_7_1_V2.5.pdf
3. ANEEL. (12 de julho de 2022). *Resolução Homologatória nº 3.055*. Fonte: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/reh20223055ti.pdf>
4. ANEEL. (04 de abril de 2023). *Bandeiras Tarifárias*. Fonte: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/bandeiras-tarifarias>
5. BARROS, B. F., BORELLI, R., & GEDRA, R. L. (2020). *Gerenciamento de Energia: Ações Administrativas e Técnicas de Uso Adequado da Energia Elétrica*. São Paulo: Érica.
6. CONTEUDISTA. (09 de março de 2021). *TUDO SOBRE REAJUSTES E REVISÕES TARIFÁRIAS DE ENERGIA*. Fonte: <https://energes.com.br/reajustes-e-revisoes-tarifarias/>
7. Mercado livre de energia. (s.d.). Fonte: <https://www.mercadolivredeenergia.com.br/consumidores-livres-e-especiais/energia-incentivada-especial/>
8. MME. (12 de dezembro de 2019). *Portaria nº 465*. Fonte: <https://www.gov.br/mme/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/portarias/2019/portaria-n-465-2019.pdf>
9. MME. (2022). *Balanço Energético Nacional 2022*. Fonte: www.gov.br/mme: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/publicacoes/balanco-energetico-nacional/ben-2022>
10. MME. (27 de setembro de 2022). *Portaria Normativa Nº 50*. Fonte: <https://www.gov.br/mme/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/portarias/2022/portaria-normativa-n-50-gm-mme-2022.pdf/view>
11. NASCIMENTO, K. R. (2018). *MIGRAÇÃO PARA O MERCADO LIVRE DE ENERGIA E ALTERAÇÃO DE TARIFA HORÁRIA: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA*.