

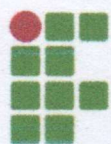
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ITUMBIARA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

ARTHUR FERREIRA COSTA

GESTÃO ENERGÉTICA EM UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS METÁLICAS

ITUMBIARA – GO

2023



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Arthur Ferreira Costa

Matrícula: 20172040070061

Título do Trabalho: Gestão Energética em uma Indústria de Embalagens Metálicas

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Itumbiara-GO, 04/05/2023.
Local Data

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

ARTHUR FERREIRA COSTA

GESTÃO ENERGÉTICA EM UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS METÁLICAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof., Dr. (IFG) – Olívio Carlos Nascimento Souto

ITUMBIARA – GO

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C837g Costa, Arthur Ferreira
 Gestão energética em uma indústria de embalagens
 metálicas./ Arthur Ferreira Costa. -- Itumbiara, 2023.
 64 p. : il. color.

 Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia
 Elétrica) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
 de Goiás, Câmpus Itumbiara, 2023.
 Orientador: Prof. Dr. Olívio Carlos Nascimento Souto.

 1. Energia - Indústria. 2. Indústrias - Consumo de energia.
 3. Energia elétrica - Consumo. I. Título. II. Souto, Olívio
 Carlos Nascimento. III. Instituto Federal de Educação, Ciência
 e Tecnologia de Goiás.

CDD 621.31

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Biblioteca Maria Gabriela Pacheco Pardey / Câmpus Itumbiara
Bibliotecário: Eduardo Pereira Resende CRB1/3266



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ITUMBIARA

Termo de Aprovação

ARTHUR FERREIRA COSTA

GESTÃO ENERGÉTICA EM UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS METÁLICAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Itumbiara, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado, em 27 de MARÇO de 2023, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Olívio Carlos Nascimento Souto - Orientador

Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara

Prof. Dr. Marcos Antônio Arantes de Freitas - Membro Interno

Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara

Prof. Dr. Cláudio Roberto Pacheco - Membro Interno

Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara

Documento assinado eletronicamente por:

- **Claudio Roberto Pacheco**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 25/04/2023 19:36:26.
- **Marcos Antonio Arantes de Freitas**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 17/04/2023 16:25:42.
- **Olivio Carlos Nascimento Souto**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 17/04/2023 13:40:07.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 06/04/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 395270

Código de Autenticação: b53429bfb3



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Avenida Furnas, nº 55, Bairro Village Imperial, ITUMBIARA / GO, CEP 75524-010
(64) 2103-5612 (ramal: 5612)

DEDICATÓRIA

A Deus por ter me capacitado a percorrer todo o caminho da graduação. Aos meus pais Milton da Costa Santos e Ana Karla Ferreira Costa e a minha irmã Thauanne Ferreira Costa que me deram todo o apoio durante essa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me capacitado e permitido chegar ao fim desta graduação.

Aos meus pais e a minha irmã por terem me apoiado durante toda a trajetória da graduação, sempre dando-me suporte nos momentos de dificuldade.

Ao meu professor e orientador Olívio Carlos Nascimento Souto pela dedicação na realização de todo o curso.

A todos os meus amigos, em especial a Valdeon Batista, Igor Tasse, Ana Clara e Matheus Cabral por toda a ajuda e companheirismo ao longo de todo o curso.

*“O esforço só é expresso em recompensa, quando uma
pessoa se recusa a desistir.”*

Napoleon Hill

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo da gestão energética em uma indústria de embalagens metálicas localizada no estado de Goiás. O objetivo principal é sugerir formas de reduzir as altas despesas com energia elétrica da empresa estudada. Para que seja possível a redução de custos com energia, é necessária a análise das faturas além de entender o padrão de consumo da fábrica. Inicialmente, neste trabalho, é apresentado os conceitos de eficiência energética, estrutura tarifária brasileira e ambiente de comercialização de energia. Tais conceitos são fundamentais para o entendimento das análises realizadas. Posteriormente é apresentado o estudo de caso, onde serão analisados o perfil do consumidor e possíveis alterações de demanda, modalidade tarifária e a contratação de energia proveniente de fontes incentivadas. Como resultado, constatou-se a inviabilidade da alteração da modalidade tarifária azul para a verde devido ao alto custo da tarifa TUSD de consumo no horário de ponta. Por outro lado, é possível reduzir os custos com a fatura de energia elétrica em cerca de 19% apenas alterando a forma de contratação, migrando da contratação de energia convencional para a energia incentivada.

Palavras Chaves: Gestão Energética; Mercado Livre de Energia; Economia de Energia

ABSTRACT

This work presents a study of energy management in a metal packaging industry located in the state of Goiás. The main objective is to discover ways to reduce the high expenses with electric energy of the studied company. In order to be able to reduce energy costs, it is necessary to analyze energy bills in addition to understanding the consumption pattern of the factory. Initially, in this work, the concepts of energy efficiency, Brazilian tariff structure and energy distribution environment are presented. Such concepts are fundamental for the understanding of the performed analyses. Then, the case study is presented, where the consumer profile and possible changes in demand, tariff modality and contracting of energy from renewable sources will be analyzed. As a result, it was found that it was not feasible to change the blue tariff mode to the green one due to the high cost of the TUSD tariff for consumption at peak hours. On the other hand, it is possible to reduce costs with the energy bill by around 19% just by changing the contracting method, migrating from the contracting of conventional energy to energy from renewable sources.

Keywords: Energy Management, Free Energy Market; Energy Saving.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Participação das renováveis na OIE.	19
Figura 2 – Oferta interna de energia elétrica por fonte em 2021.	20
Figura 3 – Participação setorial no consumo de eletricidade	21
Figura 4 – Detalhamento dos usos finais da energia elétrica na indústria	22
Figura 5 – Distribuição do consumo de energia elétrica em motores na indústria	22
Figura 6 – Modelo de etiqueta do Programa Brasileiro de Etiquetagem	24
Figura 7 – Ciclo de melhoria contínua PDCA.....	27
Figura 8 – Regras para cada tipo de consumidor de energia elétrica.	41
Figura 9 – Mercado de Curto Prazo.	42
Figura 10 – Processo de migração para o mercado livre de energia.	43
Figura 11 – Análise da demanda contratada atual na indústria analisada.....	49
Figura 12 – Comparativo entre TUSD Azul e TUSD Verde	53
Figura 13 – Comparativo entre valores de fatura para energia convencional e incentivada.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Sistema de cobrança da tarifa de energia e demanda disponível para os clientes do grupo A.	37
Tabela 2 – Perfil do Consumidor	48
Tabela 3 – Histórico de consumo e demanda medidos entre janeiro de 2021 a dezembro de 2021.	48
Tabela 4 – Tarifas de Aplicação da Equatorial Energia Goiás – Modalidade Horosazonal Azul.	49
Tabela 5 – Tarifas de Aplicação da Equatorial Energia Goiás – Modalidade Horosazonal Verde.	49
Tabela 6 – Ajuste da demanda para horário fora de ponta.	50
Tabela 7 – Ajuste da demanda para horário de ponta.	51
Tabela 8 – Cálculo da Incidência da TUSD – Modalidade Tarifária Verde	51
Tabela 9 – Custo com impostos relacionados a TUSD – Modalidade Tarifária Verde.	52
Tabela 10 – Cálculo da Incidência da TUSD – Modalidade Tarifária Azul	52
Tabela 11 – Custo com impostos relacionados a TUSD – Modalidade Tarifária Azul.	52
Tabela 12 – Cálculo da Incidência da TUSD – EI50%	53
Tabela 13 – Cálculo da Incidência da TUSD – EI50%	54
Tabela 14 – Custo com Contrato de Energia no ACL – Convencional.	55
Tabela 15 – Custo com Contrato de Energia no ACL – Energia Incentivada 50%	55
Tabela 16 – Valor da conta de energia no mercado livre utilizando-se energia convencional.	55
Tabela 17 – Valor da conta de energia no mercado livre utilizando-se energia incentivada 50% (EI50%).	56
Tabela 18 – Valor da conta de energia no mercado livre utilizando-se EI50%.	56

LISTA DE ABREVIATURA E SÍMBOLOS

ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN	Balanço Energético Nacional
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CCT	Contrato de Conexão ao Sistema de Transmissão
CMO	Custo Marginal de Operação
COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
Cusd	Contrato do Uso do Sistema de Distribuição
Cust	Contrato do Uso do Sistema de Transmissão
EI50%	Energia Incentivada 50%
HP	Horário de ponta
HFP	Horário fora de ponta
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Serviços
kW	Quilowatt
kWh	Quilowatt-hora
MCP	Mercado de Curto Prazo
MWh	Megawatt-hora
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OIE	Oferta Interna de Energia
PDCA	Ciclo PDCA (<i>Plan, Do, Check and Act</i>)
PLD	Preço de Liquidação de Diferença
PIS	Programa de Integração Social
PIB	Produto Interno Bruto
PNEf	Plano Nacional de Eficiência Energética
PRODIST	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica
Procel	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
TE	Tarifa de Energia
TUSD	Tarifa do Uso do Sistema de Distribuição
UC	Unidade Consumidora

SUMÁRIO

1. Introdução Geral	14
1.1 Considerações Iniciais.....	14
1.2 Objetivos do Trabalho.....	16
1.3. Apresentação do Conteúdo do Trabalho	16
2. Energia Elétrica e Eficiência Energética.....	18
2.1 Introdução	18
2.2 Matriz Energética Brasileira.....	18
2.3 Oferta de Energia	18
2.4 Consumo de Energia	20
2.5 Eficiência Energética.....	22
2.6 Políticas Públicas para a Eficiência Energética.....	23
2.7 Gerenciamento Energético	26
2.8 Oportunidades de Redução do Custo de Energia Elétrica na Indústria.....	28
2.9 Considerações do Capítulo.....	29
3. Análise da Estrutura Tarifária.....	30
3.1 Introdução	30
3.2 Definições e Conceitos.....	30
3.3 Composição da Tarifa	31
3.4 Classificação de Consumidores.....	33
3.5 Estrutura Tarifária	35
3.6 Estrutura Tarifária Horosazonal Azul	35
3.7 Estrutura Tarifária Horosazonal Verde	36
3.8 Considerações do Capítulo.....	37
4. Comercialização Da Energia Elétrica	39
4.1 Introdução	39
4.2 Contratação de Energia Elétrica.....	39
4.3 Ambientes de Comercialização de Energia Elétrica	40
4.4 Mercado de Curto Prazo.....	42
4.5 Adesão ao Mercado Livre de Energia	43
4.6 Considerações do Capítulo.....	44
5. Metodologia e Estudo de Caso	46
5.1 Introdução	46
5.2 Metodologia Proposta	46
5.3 Caracterização do Consumidor	47

5.4 Tarifas de Aplicação.....	49
5.5 Ajuste da Demanda Contratada.....	50
5.6 Alteração da Tarifa Horária.....	51
5.6 Contratação de Energia Incentivada.....	53
5.7 Conclusão	57
6. Considerações Finais	59
6.1 Conclusão	59
6.2 Sugestões para trabalhos futuros	60
7. Referências.....	61

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A preocupação tanto com a geração de energia elétrica, como seu consumo, tornou-se um tema que ocasiona inúmeros debates nos dias atuais. Tais apreensões aumentaram a partir do ano de 2020, período em que se iniciou a pandemia do coronavírus, que conduziu para a desaceleração econômica de boa parte da economia mundial. Como consequência, houve a redução no consumo das famílias e empresas, provocando um dismantelamento da cadeia de logística mundial e uma queda acentuada do preço do barril de petróleo, resultando na paralisação de sua produção. Esta combinação fez com que a indústria energética sofresse um grande revés. Já a partir de 2021, com a chegada das vacinas e a retomada das atividades econômicas, estas que já haviam no ano anterior padecido devido aos lockdowns, fizeram com que a demanda global por energia aumentasse vertiginosamente. Com o desmonte de estruturas logísticas e fluxos globais, a demanda energética exigida pela retomada da atividade econômica pós-pandemia não ocorreu de forma simultânea com a produção, levando ao aumento dos preços e interrupções no fornecimento de energia elétrica em alguns países. [1]

No Brasil, o ano de 2021 foi marcado por uma das secas mais severas dos últimos 90 anos. Tal cenário fez com que os brasileiros relembassem momentos desagradáveis vividos entre meados de 2001 a 2002. Naquele período, com a escassez das chuvas somada com a falta de investimentos, planejamento na geração e distribuição de energia e uma matriz energética estritamente dependente de hidrelétricas, cerca de 90%, formaram os fatores que culminaram para uma gravíssima crise energética. Medidas emergenciais tiveram de ser tomadas, entre elas o racionamento de energia, que foi adotado nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste do país, bem como a bonificação de consumidores residenciais de até 100 kWh por mês que reduzissem o consumo e a aplicação de penalidades àqueles que extrapolassem a meta estipulada, tendo como base a média trimestral do ano anterior. Ainda nesse período, o Brasil recuperava-se de uma crise cambial derivada do abandono da regulação do câmbio, migrando para o modelo atual de câmbio flutuante. Já com o racionamento em vigor, indústrias viram-se obrigadas a paralisar suas produções e, como consequência, houve o repasse do custo extra aos consumidores. Em cascata, demais setores, como comércio e serviço também subiram o preço

de seus produtos ou lucraram menos. Como consequência, o PIB que no ano anterior ainda se recuperava da crise cambial e apresentou um crescimento de 4,4%, fechou o ano de 2001 com três trimestres de queda, apresentando um crescimento de apenas 1,4%. [2]

Em paralelo, apesar de em 2021 os brasileiros vivenciarem novamente um período incomum de estiagem, a situação vivida era bem diferente da anterior. Nos últimos 20 anos a matriz energética brasileira tornou-se menos dependente da energia proveniente de hidrelétricas. Hoje as hidrelétricas correspondem por cerca de 62% da capacidade instalada de geração de energia. Embora sua participação na matriz energética seja majoritária, sua importância vem caindo devido a fomentação de programas para aumentar a produção de energia através de fontes de renováveis. [3]

Em decorrência da crise energética de 2001, houve a criação de leis para a conservação e programas de incentivo de redução de consumo de energia elétrica, sendo uma delas a Lei de Eficiência Energética (Lei nº. 10.295/2001), que dispôs sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional da Energia, e determinou o estabelecimento de níveis máximos de consumo ou mínimos de eficiência energética de máquinas e aparelhos de energia comercializados no país. [4] Portanto, tais leis visam instituir políticas e orientar ações que desenvolvam a eficiência energética, tendo como foco os aspectos tecnológicos e comportamentais. Assim, através de tais medidas, é possível reduzir o consumo de energia sem afetar a produção industrial, a qualidade de vida e a rentabilidade de negócios.

Tendo em vista o panorama de escassez energética enfrentado pelo Brasil e demais países, a utilização de energia de forma consciente é de essencial importância. Nesse contexto, observa-se que a indústria é responsável por grande parte do consumo de energia elétrica, cerca de 36% de toda energia disponibilizada no país. [5] Dessa maneira, é inegável que o uso de energia pela indústria deve ser realizado de forma responsável, visto que o setor não possui uma prática de eficiência energética que atenda as expectativas, sendo necessário o melhor aproveitamento de instalações elétricas, bem como, a realização de uma análise da fatura do local, de forma a encontrar oportunidades de redução dos custos com energia.

A respeito do que foi apresentado anteriormente, tais conceitos abordados visam estabelecer conhecimento teórico, uma vez que terão a finalidade de auxiliar no estudo da eficiência energética que foi desenvolvido em uma indústria de embalagens metálicas sediada no estado de Goiás. Dados a respeito de faturas de energia, bem como informações sobre o mercado livre de energia, entre outras, foram analisadas tendo como o objetivo a realização de um trabalho

de diagnóstico energético, buscando encontrar resultados através da verificação de custos versus benefícios.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Este trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de um estudo em uma indústria de embalagens metálicas localizada no interior do estado de Goiás. O intuito é proporcionar oportunidades de redução de consumo através da aplicação de conceitos de eficiência energética. De forma a alcançar o objetivo proposto durante a realização deste trabalho foram delineadas as seguintes metas:

- I. Estudo acerca de conceitos de eficiência energética e mercado livre de energia a fim de realizar um diagnóstico energético;
- II. Aquisição de dados de faturas de energia, que identifiquem características da indústria e o perfil de consumo do local ao longo dos meses do ano;
- III. Inferências que serão realizadas a partir dos dados coletados e analisados como forma de encontrar possíveis oportunidades de redução de consumo e gastos de energia elétrica;
- IV. Análise da viabilidade econômica das oportunidades de redução de custos encontradas durante a etapa anterior.

1.3. APRESENTAÇÃO DO CONTEÚDO DO TRABALHO

O trabalho foi organizado da seguinte forma:

No Capítulo 2 é discorrido sobre o tema de eficiência energética, bem como a apresentação da matriz energética brasileira e os programas que existem atualmente quanto ao incentivo a redução do consumo de energia elétrica. Este capítulo tem por finalidade o embasamento teórico de assuntos que serão aplicados durante a identificação de oportunidades de economia.

O Capítulo 3 apresenta a análise da estrutura tarifária brasileira. Este capítulo será responsável por permitir o leitor o entendimento de conceitos acerca de energia, demanda contratada, medida, e de ultrapassagem, bem como, a forma que é composta a tarifa que é aplicada aos consumidores.

O Capítulo 4 discutirá acerca de conceitos relacionados à comercialização de energia elétrica no Brasil. Serão discorridos sobre os dois ambientes de contratação de energia elétrica, o Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL).

O Capítulo 5 apresentará a metodologia proposta no trabalho e o detalhamento do estudo de caso para a empresa estudada. A análise realizada mostrará oportunidades de redução de custo com energia elétrica.

No Capítulo 6 serão apresentadas a conclusão deste trabalho e algumas sugestões de trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2

ENERGIA ELÉTRICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo abordará conceitos acerca da Matriz Energética Brasileira, oferta e consumo de energia, além de noções sobre eficiência energética e as políticas públicas para eficiência energética vigentes no Brasil.

2.2 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

Desde que o homem descobriu que a energia possui a característica de se transformar, tornou-se altamente dependente dela. Hoje é impossível ter o conforto do mundo moderno e produção de bens de consumo sem que a energia esteja presente, já que a sua utilização é feita em formas variadas para cada tipo de atividade. Para isso, é necessário que seja feita a extração a partir de uma fonte primária. O mapeamento da origem de todas as fontes energéticas que contribuem para o fornecimento total de energia dentro de um país ou região é denominado matriz energética.

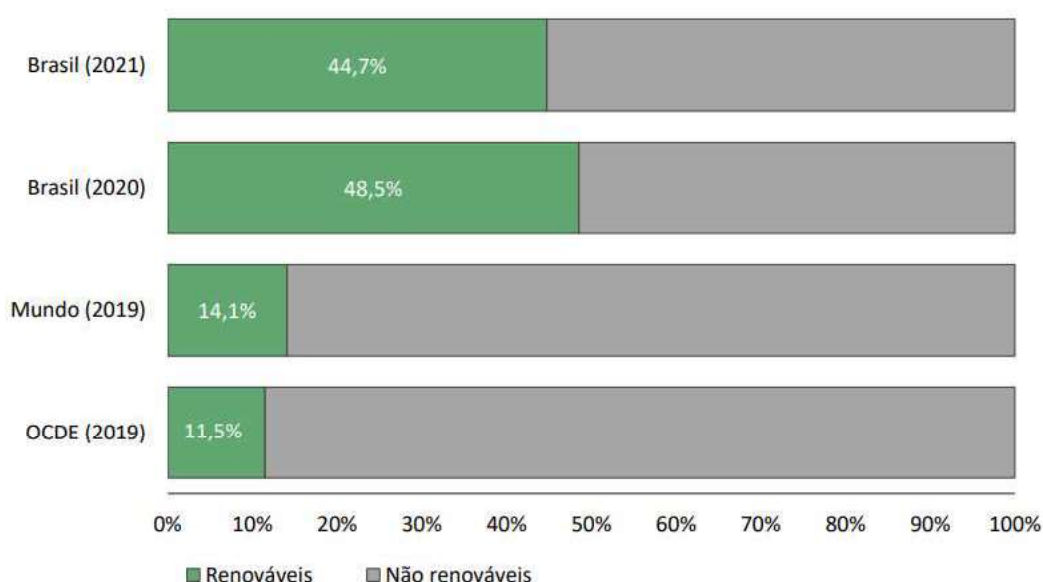
Há dois pontos de vista da matriz energética que devem ser observados, o da oferta e o do consumo. No contexto desse trabalho, as ações de eficiência energética aqui discutidas estarão relacionadas ao ponto de vista do consumo. Porém, é importante visualizar o ponto de vista da oferta. Sendo assim, é necessário observar a estrutura da matriz energética brasileira do lado da geração, ou seja, oferta [6].

2.3 OFERTA DE ENERGIA

Segundo dados do Balanço Energético Nacional (BEN) a geração de energia oriunda de fontes renováveis no ano de 2021 representou um índice de 44,7%. Este índice é bastante elevado comparado com os percentuais da OCDE, 11,5%, e com o resto do mundo, 14,1%, ambos os valores referentes ao ano de 2019. Porém, é importante ressaltar que equiparando a participação das fontes renováveis no ano de 2021 com o ano de 2020, houve decréscimo da oferta da participação das renováveis na matriz energética brasileira [8]. Devido a uma das

piores secas dos últimos 90 anos houve queda da oferta de energia hidráulica que resultou na necessidade de acionamento das usinas termelétricas. Este cenário fez com que brasileiros relembassem momentos desagradáveis vividos no início dos anos 2000. Com a escassez de chuvas somados com a falta de investimentos, planejamento na geração, distribuição de energia e uma matriz energética completamente dependente de hidrelétricas, cerca de 90%, criou-se um ambiente que culminou em uma grave crise energética. Naquele período, houve a obrigatoriedade de todos os consumidores reduzirem o consumo de energia em 20%, sob pena de multa e corte no fornecimento [12]. Empresas foram obrigadas a paralisar suas produções, levando ao aumento de custo aos consumidores. Como resultado, o PIB que havia apresentado um crescimento de 4,4% no ano 2000, fechou o ano de 2001 com três trimestres de queda, apresentando um crescimento de apenas 1,4% [2]. Apesar do cenário ser parecido com aquele vivido no ano de 2001, a situação atual é mais confortável, já que nos últimos 20 anos a matriz energética brasileira tornou-se menos dependente de hidrelétricas. Atualmente, sua participação corresponde a cerca de 62% da capacidade instalada de geração de energia. Embora sua participação ainda seja majoritária, através de medidas de incentivo à produção de energia a partir de outras fontes renováveis, sua participação na matriz energética vem caindo ao longo dos anos. A figura 1 evidencia a contribuição das renováveis na matriz energética brasileira comparada ao resto do mundo.

Figura 1 – Participação das renováveis na OIE.

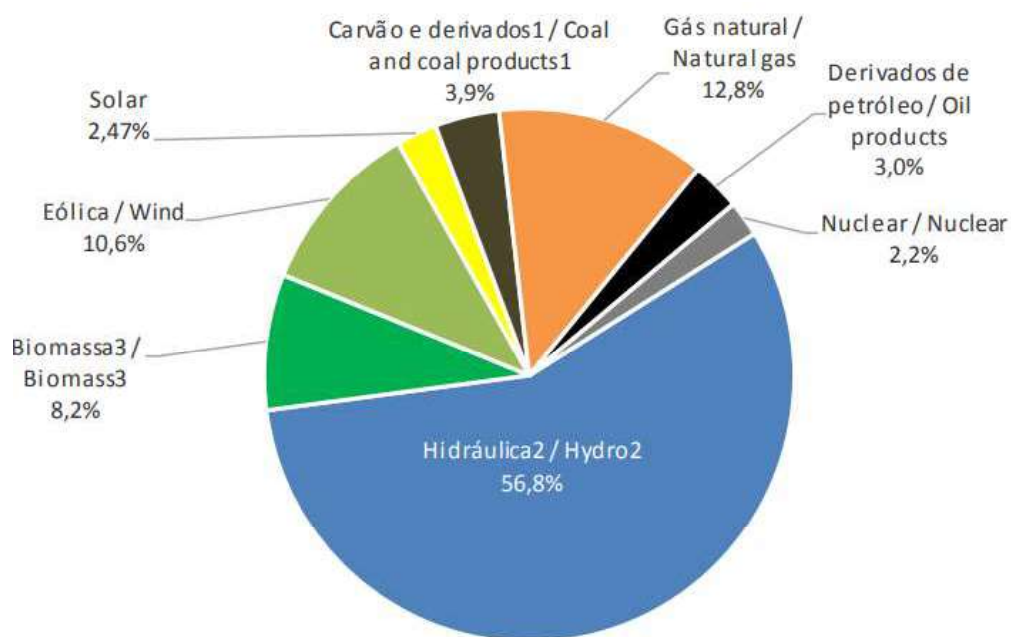


Fonte: Elaborado por [7].

Uma outra análise realizada é a da Matriz Elétrica, que se refere a forma de produção de energia elétrica. No Brasil, é predominante a matriz elétrica de origem renovável, sendo que

a fonte hídrica é responsável por 53,4% de toda a oferta interna. Levando-se em conta que as importações de energia elétrica são provenientes de Itaipu, a energia gerada pelos equipamentos pertencentes ao Paraguai e não consumida por esse país é vendida ao Brasil, a fonte hídrica atinge cerca de 57%. Em totalidade, a participação das renováveis na matriz elétrica brasileira atinge um índice de 78,1% da oferta interna do país. A figura 2 mostra a estrutura da oferta interna de eletricidade no Brasil [8].

Figura 2 – Oferta interna de energia elétrica por fonte em 2021.



Fonte: Elaborado por [8].

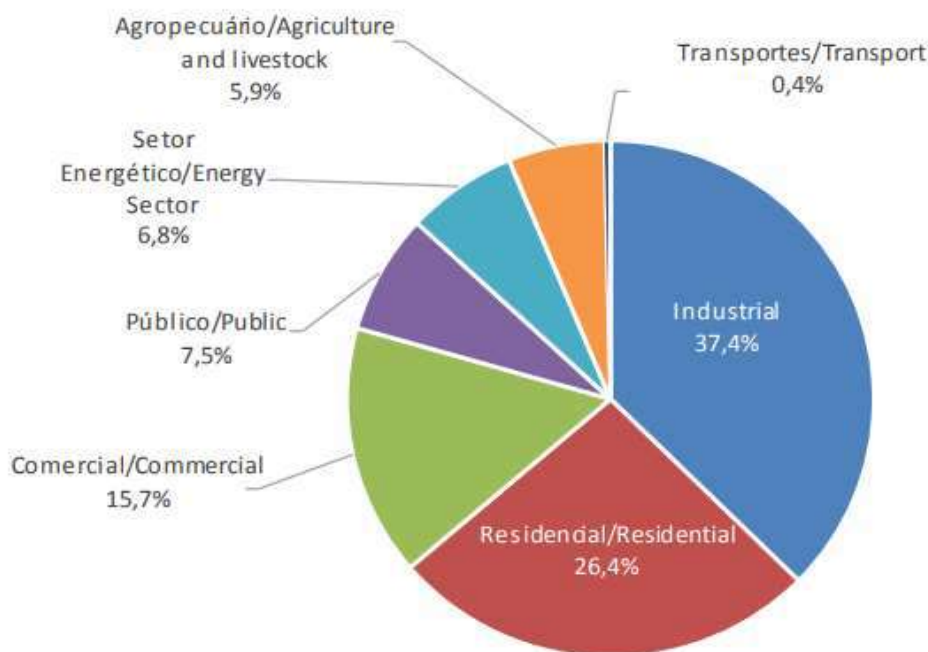
Destaca-se também o crescimento da oferta de energia proveniente das fontes eólica e solar. No ano de 2021, a potência instalada para a geração eólica no país expandiu cerca de 21,2%. Quanto a energia solar, a micro e mini geração distribuída de energia elétrica teve seu crescimento incentivado através de ações regulatórias, como por exemplo a possibilidade de compensação da energia excedente produzida por sistemas de menor porte [8].

2.4 CONSUMO DE ENERGIA

Outra forma de analisar a matriz energética é em relação ao seu consumo. O Balanço Energético Nacional (BEN) apresenta os seguimentos que utilizam energia no país, bem como as suas participações. Essa análise é de fundamental importância para a realização de um trabalho de eficiência energética.

No ano de 2021, os setores residencial e industrial foram responsáveis pelo consumo de 79% de toda a energia elétrica disponibilizada no Brasil. O setor industrial é aquele que tem o maior consumo de eletricidade, sendo responsável por cerca de 37%. A figura 3 exemplifica o consumo de energia elétrica no país por setor.

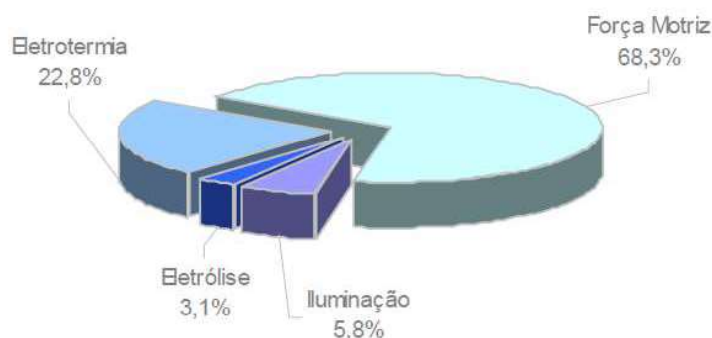
Figura 3 – Participação setorial no consumo de eletricidade



Fonte: Elaborado por [8].

É possível desmembrar o consumo de energia elétrica dos três principais setores do país. O Procel publicou em 2008 o documento Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso - Classe Industrial de Alta-Tensão, que apresenta o detalhamento dos usos finais de energia elétrica na indústria, tais como o consumo de energia dos equipamentos e processos industriais. Após 2008 o estudo foi descontinuado, porém ainda serve como referência para apoiar estudos de eficiência energética. A figura 4 apresenta a distribuição do consumo de energia elétrica por uso final na indústria.

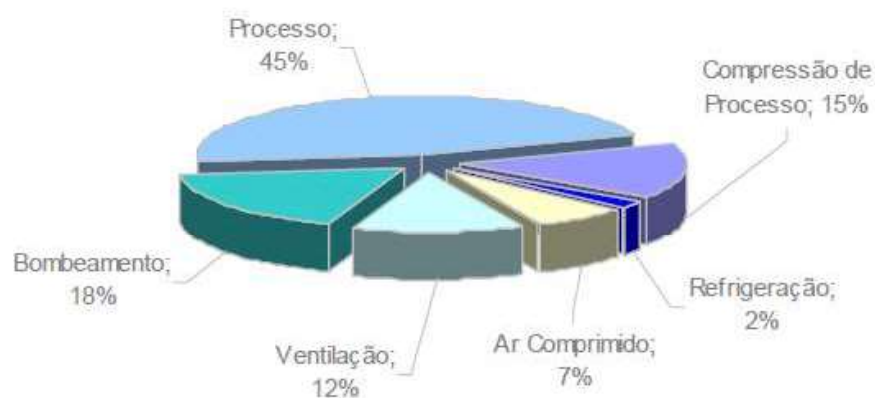
Figura 4 – Detalhamento dos usos finais da energia elétrica na indústria



Fonte: Elaborado por [9].

Através da figura 4, nota-se que os motores representam parte significativa do consumo de energia elétrica nesse setor, cerca de 68%. Em seguida, nota-se que a eletrotermia também contribuiu com uma porcentagem significativa no uso da eletricidade. Para uma melhor interpretação da utilização desses motores na indústria, a mesma pesquisa aponta o consumo de energia dividido pela sua aplicação. A figura 5 apresenta essa distribuição.

Figura 5 – Distribuição do consumo de energia elétrica em motores na indústria



Fonte: Elaborado por [9].

Nota-se que a maior parte do consumo de energia elétrica por motores da indústria está associado a processos (45%), seguido por bombeamento (18%) e compressão (15%) [9].

2.5 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A energia é um insumo que alimenta processos e transformações, de forma a permitir que se obtenha um resultado final, quer seja ele um produto ou conforto térmico. É importante

entender e identificar qual é o resultado final de um processo para seja possível realizar o gerenciamento do consumo de energia. Através da correlação entre consumo de energia e resultado obtido pode-se encontrar maneiras de trazer mais eficácia no uso dos recursos energéticos [6].

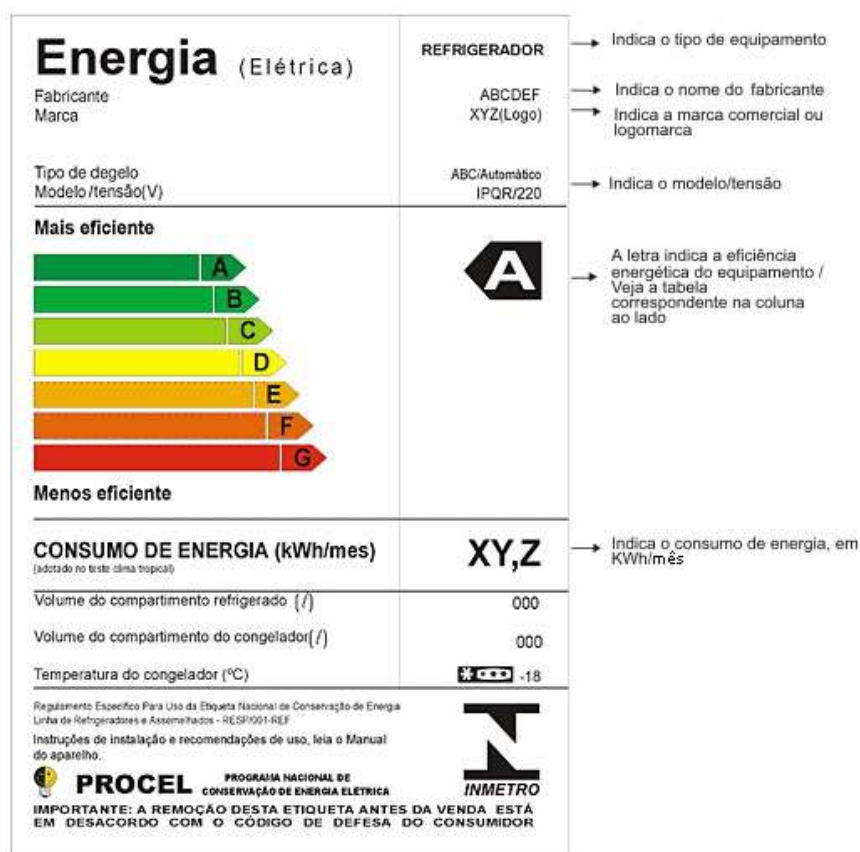
Em suma, a eficiência energética trata-se da aplicação dos conceitos da engenharia, economia e administração em prol dos sistemas energéticos. Assim, é através de tais conhecimentos técnicos que se pode estabelecer ações a serem tomadas para a melhoria de desempenho e redução de perdas nos diversos processos da empresa. Por fim, a eficiência energética diz sobre a forma mais eficaz de se utilizar os recursos energéticos [10].

2.6 POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Muitos países vêm apresentando dificuldades em garantir o suprimento da demanda crescente de energia de suas populações e recursos energéticos solicitados para suprir o crescimento econômico. Assim, o tema vem sendo abordado com frequência dentro das políticas públicas. No Brasil, o governo introduziu diversas ações com o objetivo de amenizar os impactos relacionados ao uso de energia no país.

Iniciado em 1981, o Programa Conserve foi o primeiro programa desenvolvido pelo poder público para incentivar o uso de medidas de eficiência energética em nível nacional. Possuía o objetivo de desenvolver produtos eficientes e a substituição de energéticos importados por aqueles nacionais. Já no ano 1985, instituiu-se o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), cujo o objetivo era promover o uso racional de energia elétrica no país. Uma de suas iniciativas foi a criação do Programa Brasileiro de Etiquetagem, que fornece ao consumidor informações de desempenho de produtos, classificando-os através das letras de A até E, onde a letra A representa produtos com maior eficiência e a letra E aqueles com menor eficiência. A figura 6 representa o modelo de etiqueta do Programa Brasileiro de Etiquetagem [6].

Figura 6 – Modelo de etiqueta do Programa Brasileiro de Etiquetagem



Fonte: Elaborado por [6].

No ano 2000, foi promulgada a Lei federal n.º 9.991 que instituiu que as distribuidoras de energia deveriam aplicar 0,5% de sua receita operacional líquida em ações de eficiência energética no uso final da energia elétrica de seus consumidores [6]. No ano seguinte, foi publicado o marco legal na área de eficiência energética no país, a Lei n.º 10.295, que instituiu a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Através dessa lei se estabeleceu como diretriz a necessidade de desenvolver mecanismos que promovam a eficiência energética de máquinas e equipamentos fabricados ou comercializados, além das edificações construídas no Brasil. Também em 2001, foi publicado o Decreto n.º 4.508 que instituiu os níveis mínimos de eficiência energética para motores elétricos trifásicos fabricados ou comercializados no país, através da classificação de motor padrão e motor de alto rendimento. Em 2011 houve o lançamento do Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf), que tem por objetivo instituir políticas e orientar ações de eficiência energética, focadas em aspectos tecnológicos e comportamentais. Neste plano está previsto mecanismos de ação voluntária e compulsória que resultem na redução de 10% no consumo de energia. No setor industrial, o PNEf aponta para a criação de mecanismos que estimulem a contratação de consultorias em eficiência energética.

Outro ponto citado é o da modernização da indústria nacional através da adoção de incentivos fiscais para substituição de equipamentos ineficientes. Também, estimula a expansão dos sistemas de cogeração, com a finalidade de aumentar o rendimento de processos e diminuir custos financeiros.

Já no ano de 2012, houve a criação de um importante marco regulatório na área de energia renováveis e de eficiência energética, a Resolução Aneel n.º 482/2012. Esta resolução foi responsável pelo desenvolvimento de um sistema de compensação de energia elétrica no Brasil, permitindo com que unidades consumidoras com micro e minigeração distribuída (potência instalada de até 1 MW), a partir de fonte hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, pudessem compensar o seu consumo de energia. Ao fim do mês realiza-se o balanço de energia elétrica. Caso a produção seja maior que o seu consumo, são gerados créditos que podem ser utilizados em até 36 meses.

Em 2015, houve a atualização da Resolução Aneel n.º 482/2012 para a Resolução Aneel n.º 687/2015. Nesta última resolução alterou-se o período de compensação, que foi ampliado para 60 meses e o limite de potência instalada por usina foi aumentado para 3 MW para fonte hidrelétrica e 5 MW para fontes renováveis. Ademais, foi permitida a inclusão de geração compartilhada no sistema de compensação nacional [11].

No ano de 2016 alterou-se a Lei n.º 9.991 para a Lei n.º 13.280 com o objetivo de disciplinar a aplicação dos recursos destinados aos programas de eficiência energética, oriundos do Programa de Eficiência das concessionárias de distribuição. Assim, através da Lei n.º 13.280, as concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica podem aplicar até 80% dos recursos de seus programas de eficiência energética em unidades consumidoras beneficiadas pela Tarifa Social de Energia Elétrica, em comunidades de baixa renda e em comunidades rurais. Também, foi instituído que 20% dos recursos serão destinados ao Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel).

Portanto, é notório como este tema está inserido na esfera pública. Assim, sabe-se que um dos setores em que há um grande potencial de economia de energia através de medidas de eficiência energética é o industrial. Existem inúmeras ações que podem ser aplicadas para aumentar o uso racional da energia elétrica na indústria, cabendo às empresas realizarem auditorias energéticas, com o foco de analisar condições de uso de insumos energéticos, além de identificar oportunidades de melhoria.

2.7 GERENCIAMENTO ENERGÉTICO

Dado o contexto apresentado anteriormente, de escassez de recursos hídricos e risco de racionamento, o gerenciamento da energia vem assumindo um papel de importância crescente. Indústrias e comércios visam a redução de custos através do emprego da eficiência energética. Esta, só é possível por meio da aplicação prática de conceitos de engenharia, economia e da administração de sistemas energéticos.

Portanto, devido à diversidade e complexidade dos sistemas energéticos, é necessário o uso de técnicas e métodos para definir objetivos e ações para melhorar o desempenho energético e reduzir perdas. Alguns dos desafios que se encontram durante o processo de tornar uma instalação mais eficiente é o de avaliar o montante de energia ou demanda energética para as suas necessidades atuais e futuras, bem como adquirir ou contratar essa disponibilidade energética.

Assim, antes de dar início a qualquer atividade de otimização do consumo de energia elétrica, é necessário conhecer e diagnosticar a realidade energética do local, tendo a partir disso o desenvolvimento de prioridades, implantação de projetos de melhoria, redução de perdas e acompanhamento contínuo de resultados obtidos.

Em uma instalação já existente, a gestão energética aborda as seguintes medidas:

- Conhecimento de informações relacionadas ao fluxo de energia, as ações que influenciam estes fluxos, os processos e atividades que utilizam energia;
- Acompanhamento de índices de controle como, por exemplo, consumo de energia, valores médios, contratados, faturados, etc.;
- Atuação nos índices, buscando a redução no consumo de energia através da implementação de ações que buscam o uso racional de energia.

Um ponto importante a ser ressaltado trata-se de que apenas as avaliações não conduzem ao uso racional de energia. Este é apenas um primeiro passo, requerendo ações posteriores estabelecidas de forma estruturada, com metas claras, responsáveis e acompanhamento contínuo [13].

Nesse sentido, uma norma que auxilia a avaliação do desempenho de instalações é a ISO 50001. Esta, busca o facilitar o estabelecimento de sistemas e processos para melhoria do desempenho energético das instalações, através da eficiência energética e do consumo responsáveis da energia, podendo ser aplicável a todos os tipos de organizações. Assim,

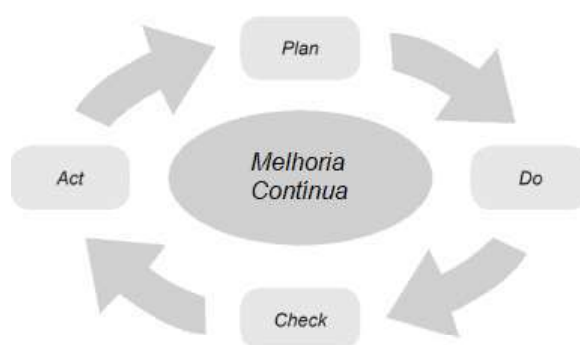
consegue-se os principais objetivos da gestão energética: a redução das emissões de gases do efeito estufa e a redução de custos.

A norma ISO 50001 baseia-se no conceito de melhoria contínua, conhecida como ciclo PDCA (*Plan, Do, Check and Act*). Cada etapa deste ciclo é mostrada abaixo.

- **Plan** (Planejar): Deve-se determinar o desempenho energético atual da companhia, analisar como melhorá-lo e estabelecer os objetivos de melhoria. Nesta etapa há a determinação da linha de base que será utilizada para a comparação do desempenho energético. Além disso, é necessário o desenvolvimento de indicadores de desempenho, cuja a função é permitir a avaliação do progresso para se atingirem os objetivos e as metas estabelecidas.
- **Do** (Executar): Realizar mudanças para implantar a melhoria proposta, levando em consideração os planos de ação para alcançar os objetivos estabelecidos.
- **Check** (Verificar): Realizar o acompanhamento e a medição dos indicadores e objetivos para determinar o desempenho energético real alcançado em cada momento e estimar se as metas estabelecidas estão sendo cumpridas.
- **Act** (Agir): Verificação dos resultados obtidos de forma a tomar ações de correção, além de utilizar o conhecimento adquirido para a melhoria contínua do desempenho energético e do sistema de gestão energética.

A figura 7 exemplifica o Ciclo PDCA.

Figura 7 – Ciclo de melhoria contínua PDCA.



Fonte: Elaborado por [23].

Por fim, os benefícios da implantação das diretrizes da norma ISO 50001 podem ser sintetizados abaixo:

- **Economia:** A economia de energia mostra-se atualmente de suma importância para a competitividade de uma organização. Os sistemas de gestão energética apresentam-se como uma ferramenta fundamental para a identificação e um ponto de partida para medidas de economia de forma contínua.
- **Sistematização:** O objetivo é identificar e colocar em prática as medidas para poupar energia.
- **Demonstração:** Através da implantação da norma e do sistema de gestão é possível demonstrar um compromisso com políticas de gestão energética, a preocupação com as mudanças climáticas e a responsabilidade corporativa [23].

2.8 OPORTUNIDADES DE REDUÇÃO DO CUSTO DE ENERGIA ELÉTRICA NA INDÚSTRIA

Conforme já mencionado, é possível reduzir consideravelmente o custo de energia através de métodos simples. Tais métodos envolvem conceitos de engenharia, economia, etc. Alguns conceitos que serão úteis no desenvolvimento deste trabalho e que podem ser aplicados em instalações industriais são mostrados abaixo:

- **Enquadramento Tarifário:** No Brasil há alternativas de enquadramento tarifário que permite aos consumidores escolherem o enquadramento e o valor contratual de demanda que irão resultar em menores despesas com energia elétrica. Cabe ao consumidor a análise, com a finalidade de verificar qual a modalidade que melhor se ajusta aos seus padrões de consumo e demanda nos horários de ponta e fora de ponta.
- **Mercado Livre de Energia:** Para aqueles consumidores em que o mercado livre de energia se encontra disponível, a contratação de energia não pode ser feita apenas por uma concessionária local, mas também deve-se avaliar a migração para um ambiente de contratação livre (ACL), o que pode tornar a empresa autossustentável, reduzindo seus custos de produção.
- **Racionalização do Consumo de Energia:** Através de métodos de conservação de energia é possível poupar grandes quantidades de energia elétrica em plantas industriais e edifícios. Estes, envolvem o estudo do sistema de iluminação, motores elétricos, sistema de ar comprimido, sistema de ar condicionado, sistema de bombeamento e tratamento de água, entre outros.

Assim, de modo a identificar possibilidades de melhoria no gerenciamento energético da empresa analisada, este trabalho buscou observar apenas os aspectos da estrutura tarifária e seu

impacto nas despesas com energia elétrica, deixando o estudo de racionalização do consumo de energia para possíveis trabalhos futuros.

Portanto, neste estudo de caso buscou-se a otimização da demanda contratada, eliminando possíveis ociosidades ou ultrapassagens de demanda e a análise de opção tarifária, verificando se a atual estrutura está adequada ao perfil de consumo da empresa.

Por conseguinte, é realizado o comparativo entre ambos os ambientes de contratação de energia, livre e regulado, como forma de poupar recursos e reduzir custos com a produção de embalagens metálicas.

2.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foram apresentados a Matriz Energética Brasileira, conceitos de eficiência energética e gerenciamento energético. Os temas aqui abordados demonstram o porquê da atual preocupação com o consumo consciente e eficiente da energia elétrica.

Por fim, o setor industrial é aquele que tem o maior consumo de eletricidade, sendo responsável por cerca de 37% de toda a energia disponibilizada no país. Portanto, encontrar soluções que tornam o consumo mais eficaz e propiciam a redução dos gastos com energia elétrica é algo primordial para este setor.

CAPÍTULO 3

ANÁLISE DA ESTRUTURA TARIFÁRIA

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo aborda os conceitos relacionados à análise da estrutura tarifária brasileira. Serão abordados definições e conceitos de energia, demanda contratada, medida e de ultrapassagem, que serão de suma importância para compreender o estudo de caso apresentado. Também, serão elucidados a composição da tarifa, classificação dos consumidores em grupos e as modalidades tarifárias azul e verde que estão disponíveis para o grupo A.

3.2 DEFINIÇÕES E CONCEITOS

De forma a embasar os assuntos que serão tratados neste trabalho, define-se, a seguir, alguns conceitos que serão de suma importância para um melhor entendimento do estudo de caso.

- **Energia consumida:** É a quantidade de potência elétrica (kW) consumida em um intervalo de tempo. No caso de um equipamento elétrico, o valor é obtido através do produto da potência elétrica pelo período de utilização. Já em comércios, residências e indústrias, a energia consumida é obtida por meio da soma do produto da demanda pelo período de integração [14].
 - **Demanda:** Relação da média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação da unidade consumidora, durante intervalo especificado [14].
 - **Demanda Contratada:** Demanda de potência ativa que deve ser obrigatoriamente e continuamente disponibilizada, no ponto de entrega, e que deverá ser integralmente paga, sendo ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW) [14].
-

- **Demanda de Ultrapassagem:** Parcela da demanda que excede o valor da demanda contratada, expressa em quilowatts (kW) [14].
- **Demanda Medida:** Maior demanda de potência ativa, verificada por medição, integralizada no período de 15 minutos durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW) [14].
- **Horário de Ponta:** Período de três horas consecutivas exceto sábado, domingo e feriados nacionais, definido pela concessionária, em função das características de seu sistema elétrico. Em algumas modalidades tarifárias a demanda e o consumo têm preços mais elevados. Em Goiás, o horário de ponta é compreendido das 18h às 21h [14].
- **Horário Fora de Ponta:** Corresponde às demais 21h do dia, que não sejam referentes ao horário de ponta [14].
- **Unidade Consumidora (UC):** É o conjunto composto por instalações, ramal de entrada, equipamentos elétricos, condutores e acessórios, incluída a subestação, quando o fornecimento em tensão primária, caracterizado pelo recebimento de energia elétrica em apenas um ponto de entrega com medição individualizada [15].

3.3 COMPOSIÇÃO DA TARIFA

Para que o método proposto seja aplicado, é importante entender de que forma é composta a tarifa que é aplicada aos consumidores. Para estabelecer-la, portanto, a ANEEL considera as despesas desde quando a energia é gerada até a sua entrega na unidade consumidora. É papel da ANEEL a garantia do pagamento de uma tarifa justa pela energia fornecida e, ao mesmo tempo, a preservação do equilíbrio financeiro das concessionárias, para que possam fornecer o atendimento abrangente ao mercado sem distinção geográfica ou de renda, a remuneração de investimentos reconhecidos como prudentes, e o estímulo do aumento da eficiência e da qualidade dos serviços prestados pela concessionária. Os mecanismos existentes para alteração da tarifa são a revisão tarifária periódica, reajuste tarifário anual e revisão tarifária extraordinária. Tais alterações estão previstas nos contratos de concessão das distribuidoras e são autorizadas pela ANEEL.

No Setor Elétrico Brasileiro, a tarifa de energia elétrica é composta de duas partes, a parcela A e a parcela B. Na parcela A, os custos não são gerenciáveis e são apenas repassados para a tarifa de energia, independem da gestão da concessionária. Nesta parcela estão contemplados os custos de aquisição de energia – Tarifa de Energia – (TE), custos de transporte de energia e os encargos setoriais – o montante necessário para viabilizar a implantação de políticas públicas no Setor Elétrico Brasileiro. Os custos de transporte de energia e os encargos setoriais formam juntos a Tarifa do Uso do Sistema de Distribuição (TUSD).

A parcela B inclui aqueles custos que são gerenciáveis, ou seja, administrados pela concessionária. Assim sendo, estão inclusos nesta parcela as despesas de operação e manutenção, a cota de depreciação e a remuneração de investimentos.

A soma das parcelas A e B é homologada pela ANEEL, formando a tarifa final de eletricidade para o consumidor. Em suma, quando a conta chega ao consumidor, ele paga pela compra de energia, pela transmissão e pela distribuição, além de encargos setoriais e tarifas [16].

Ainda sobre a composição final da fatura de energia elétrica, estão presentes tributos e adicionais sobre a tarifa. Assim, nas faturas de energia, os consumidores pagam tributos federais, estaduais e municipais, que posteriormente são repassados aos cofres públicos pelas distribuidoras de energia.

A ANEEL publica, por meio de resolução, o valor da tarifa de energia elétrica, sem os tributos, por classe de consumo (residencial, comercial, industrial, etc.). Com base nesses valores, as distribuidoras de energia incluem os tributos federais (PIS – Programa de Integração Social e COFINS – Contribuição para Financiamento da Seguridade Social) e estadual (ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Serviços). Além disso, é ainda cobrada a contribuição para iluminação pública [14].

O cálculo para os tributos descritos acima é feito “por dentro”, ou seja, o tributo faz parte da sua própria base de cálculo, o que gera uma cobrança do imposto sobre o imposto. O cálculo do valor cobrado é realizado conforme mostrado na equação (1).

$$\text{Valor Cobrado (R\$)} = \frac{\text{Valor da tarifa publicada pela ANEEL}}{1 - (\text{ICMS} + \text{PIS} + \text{COFINS})}$$

(1)

A partir do ano de 2015, o preço de energia elétrica sofreu uma alteração decorrente do Sistema de Bandeiras Tarifárias, que apresenta as modalidades verde, amarela e vermelha que possuem o papel de indicar se haverá ou não acréscimo no valor da energia a ser repassada para o consumidor final, em função das condições de geração de eletricidade.

Para compensar e poupar os baixos níveis dos reservatórios das hidrelétricas devem ser acionadas as termelétricas, que possuem um custo maior na produção de energia. Quando os reservatórios apresentam um grande volume de água armazenada, a geração termelétrica pode ser desligada, diminuindo assim o custo da energia elétrica [17]. Os valores das bandeiras tarifárias sofreram alterações desde a sua implementação, e atualmente cada modalidade apresenta as seguintes características e valores, de acordo com a ANEEL (2023):

- **Bandeira Verde:** Condições favoráveis na geração de energia elétrica. A tarifa não sofre nenhum acréscimo.
- **Bandeira Amarela:** Condições de geração menos favoráveis. A tarifa sofre um acréscimo de R\$ 0,01874 para cada quilowatt-hora (kWh) consumido.
- **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 um acréscimo de R\$ 0,09492 para cada quilowatt-hora kWh consumido.

O Sistema de Bandeiras Tarifárias aplica-se a todos os consumidores cativos das distribuidoras, com exceção daqueles localizados em sistemas isolados [18].

Outro fator que ainda pode gerar custos adicionais nas faturas de energia da unidade é o fator de potência alterado. Com o objetivo de otimizar a utilização de energia elétrica no país, a ANEEL estabeleceu que o fator de potência mínimo deve ser de 0,92.

Caso o fator de potência seja inferior a 0,92, é cobrado do consumidor do grupo A a utilização de energia e demanda de potência reativa na fatura de energia elétrica, indicadas como “Consumo de Energia Reativa Excedente” e “Demanda Reativa Excedente” [15].

3.4 CLASSIFICAÇÃO DE CONSUMIDORES

No Brasil, as unidades consumidoras são classificadas em dois grandes grupos tarifários, grupo A e grupo B, conforme a classe de tensão de fornecimento de energia elétrica.

As unidades consumidoras que são atendidas em uma tensão abaixo de 2.300 V e uma potência instalada de até 75 kW são classificadas no grupo B (baixa tensão). Fazem parte deste grupo residências, lojas, agências bancárias, edifícios residenciais, pequenas indústrias, entre outros.

O grupo B possui a forma de tarifação monômnia, ou seja, é cobrado apenas o consumo da energia utilizada com o acréscimo dos impostos municipais, estaduais e federais. Além disso, este grupo é dividido em subgrupos tarifários de acordo com a atividade do consumidor, sendo que cada subgrupo apresenta uma tarifa específica.

- **Subgrupo B1** – residencial e residencial baixa renda.
- **Subgrupo B2** – rural e cooperativa de eletrificação rural.
- **Subgrupo B3** – demais classes.
- **Subgrupo B4** – iluminação pública.

As unidades consumidoras que são atendidas por uma tensão igual ou superior a 2.300 V e com uma potência instalada superior a 75 kW são classificadas como pertencentes ao grupo A. Neste grupo estão inclusas as indústrias, shopping centers e alguns edifícios comerciais.

Diferentemente do grupo B, o grupo A apresenta tarifação binômnia, ou seja, cobra-se a potência contratada (demanda) e a energia utilizada (consumo), com o acréscimo dos impostos municipais, estaduais e federais.

Este grupo é subdividido de acordo com a tensão de atendimento, conforme mostrado abaixo:

- **Subgrupo A1** – Nível de tensão de 230 kV ou superior;
 - **Subgrupo A2** – Nível de tensão de 88 a 138 kV;
 - **Subgrupo A3** – Nível de tensão de 69 kV;
 - **Subgrupo A3a** – Nível de tensão de 30 a 44 kV;
 - **Subgrupo A4** – Nível de tensão de 2,3 kV a 25 kV;
 - **Subgrupo AS** – Sistema subterrâneo.
-

3.5 ESTRUTURA TARIFÁRIA

A estrutura tarifária é o conjunto de tarifas aplicáveis aos componentes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência ativa, de acordo com a modalidade de fornecimento.

No Brasil, os consumidores do grupo A devem optar entre dois sistemas tarifários, o horosazonal verde ou o horosazonal azul. Essas tarifas possuem valores diferenciados de tarifa ao longo do dia.

A existência de alternativas de enquadramento tarifário permite alguns consumidores escolher o enquadramento e valor contratual de demanda que resultam em menor despesa com energia elétrica. A decisão, porém, só deve ser tomada após a verificação dos padrões de consumo e demanda nos segmentos horários ponta e fora de ponta.

3.6 ESTRUTURA TARIFÁRIA HOROSAZONAL AZUL

Aos consumidores dos subgrupos A1, A2 ou A3, é obrigatório o enquadramento na estrutura horosazonal azul e opcional para os consumidores dos subgrupos A3a, A4 e AS. Essa modalidade exige um contrato específico com a concessionária, no qual firma-se a demanda pretendida pelo consumidor no horário de ponta quanto o valor pretendido nas horas fora de ponta [14].

A fatura desses consumidores é constituída das parcelas referentes ao consumo e demanda e, caso exista, a cobrança pela ultrapassagem da demanda contratada. Em todas as parcelas há a diferenciação entre horas de ponta e horas fora de ponta. O cálculo da parcela de consumo é dado pela equação (2), onde o subscrito “HP” significa horário de ponta e “HFP” significa horário fora de ponta.

$$\begin{aligned} \text{Consumo (R\$)} = & [(TE_{HP} + TUSD_{HP}) \times kWh_{HP}] \\ & + [(TE_{HFP} + TUSD_{HFP}) \times kWh_{HFP}] \quad (2) \end{aligned}$$

Onde:

TE – Tarifa de Energia;

TUSD – Tarifa do Uso do Sistema de Distribuição;

kWh – Consumo de Energia Elétrica em quilowatt-hora.

Já o cálculo da demanda é calculado somando-se o produto da TUSD na ponta pelo valor contratado de demanda na ponta (ou pela demanda medida na ponta, caso a demanda medida esteja dentro do limite de ultrapassagem) ao produto da TUSD fora de ponta pelo valor contratado de demanda fora de ponta (ou pela demanda medida fora de ponta, caso a demanda medida esteja dentro do limite de ultrapassagem). O cálculo da demanda para casos sem ultrapassagem de demanda é demonstrado a seguir.

$$Demanda (R\$) = [TUSD_{HP} \times kW_{HP}] + [TUSD_{HFP} \times kW_{HFP}] \quad (3)$$

Onde:

kW – Demanda contratada ou demanda máxima registrada, caso esteja dentro do limite de ultrapassagem, em quilowatt.

A ANEEL, através da Resolução Normativa N° 1000, de 2021, no Art. 301, define que a distribuidora deverá adicionar ao faturamento regular a cobrança pela ultrapassagem se a demanda medida exceder em 5% do valor em relação a demanda contratada. Quando o valor medido está acima do valor contratado, porém, dentro do limite, o faturamento será sobre o valor medido, e calculado conforme (3). Porém, caso o valor medido ultrapasse o limite determinado, há a cobrança de ultrapassagem de demanda, em que o dobro da tarifa de demanda é cobrado sobre a diferença entre o valor medido e o contratado. A equação (4) demonstra como é aplicada a cobrança por ultrapassagem de demanda.

$$Demanda (R\$) = [TUSD_{HP} \times kW_{HP_{medido}}] + [2 \times TUSD_{HP} \times (kW_{HP_{medido}} - kW_{HP_{contratado}})] + [TUSD_{HFP} \times kW_{HFP_{medido}}] + [2 \times TUSD_{HFP} \times (kW_{HFP_{medido}} - kW_{HFP_{contratado}})] \quad (4)$$

3.7 ESTRUTURA TARIFÁRIA HOROSAZONAL VERDE

Essa opção de tarifação está disponível apenas para as unidades consumidoras do grupo A, subgrupos A3a, A4 e AS. É exigido um contrato específico com a concessionária, no qual firme-se a demanda pretendida pelo consumidor (demanda contratada), independentemente do horário do dia (ponta e fora de ponta). A fatura desses consumidores é composta da soma das parcelas referentes ao consumo (ponta e fora de ponta), que é calculado conforme a equação (2), demanda e ultrapassagem [14].

O cálculo da parcela de demanda da modalidade verde é dado pela equação abaixo.

$$Demanda (R\$) = [TUSD \times kW] \quad (5)$$

Assim como na modalidade azul, caso se exceda a demanda contratada em 5%, a distribuidora deverá adicionar ao faturamento regular a cobrança da parcela de ultrapassagem. Quando o valor medido está acima do valor contratado, porém, dentro do limite, o faturamento será sobre o valor medido, e calculado conforme (5). Porém, caso o valor medido ultrapasse o limite determinado, há a cobrança de ultrapassagem de demanda, em que o dobro da tarifa de demanda é cobrado sobre a diferença entre o valor medido e o contratado. Assim, o custo com a demanda excedida na modalidade verde é dado por:

$$Demanda (R\$) = [TUSD \times kW] + [2 \times TUSD \times (kW_{HP_{medido}} - kW_{HP_{contratado}})] \quad (6)$$

Na prática, a modalidade horosazonal verde é adequada para aqueles consumidores que não utilizam ou utilizam pouca energia elétrica no horário de ponta, pois o valor da energia elétrica na ponta nesta modalidade é muito mais elevado.

Já a modalidade horosazonal azul é mais atrativa para aquelas unidades consumidoras que não conseguem modular sua carga para o período fora de ponta e não possuem outra fonte de energia durante o horário de ponta.

De forma resumida, o quadro abaixo mostra o sistema de cobrança da tarifa de energia e demanda disponíveis para os consumidores do grupo A.

Tabela 1 – Sistema de cobrança da tarifa de energia e demanda disponível para os clientes do grupo A.

	Demanda	Consumo
Verde	Única	Horário de ponta
		Horário fora de ponta
Azul	Horário de ponta	Horário de ponta
	Horário fora de ponta	Horário fora de ponta

Fonte: Elaborado por [17].

3.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresentou conceitos acerca da demanda contratada, medida e de ultrapassagem. Esclareceu, também, a composição da tarifa, bem como a classificação dos consumidores em dois grupos, o grupo A e o grupo B. Tal divisão das unidades consumidoras em dois grandes grupos é realizada conforme a classe de tensão de fornecimento de energia elétrica.

Outro ponto importante apresentado neste capítulo é a estrutura tarifária disponível para as UCs do grupo A, que devem optar entre dois sistemas tarifários, o horosazonal verde ou o horosazonal azul. Tais estruturas possuem valores diferenciados de tarifa ao longo do dia.

Além disso, mostrou-se que a existência de alternativas de enquadramento tarifário permite que alguns consumidores do grupo A possam escolher o enquadramento e valor contratual de demanda que resultem em uma menor despesa com energia elétrica.

CAPÍTULO 4

COMERCIALIZAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo abordará conceitos relacionados à comercialização de energia elétrica no Brasil. Serão discutidos acerca de assuntos relacionados aos dois ambientes de contratação de energia elétrica disponíveis no país, sendo eles o Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL).

4.2 CONTRATAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

No Brasil, a ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica – é responsável pela regulamentação e fiscalização dos serviços públicos de energia elétrica no país. Este órgão estabelece regras em documentos específicos para os setores de geração, transmissão, distribuição e comercialização da energia.

Tratando-se de distribuição, destacam-se os documentos que estabelecem as regras quanto à contratação de energia, sendo eles a Resolução Nº 1000, de 2021, e os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – Prodist.

A Resolução Nº 1000, estabelece direitos e deveres dos consumidores e das distribuidoras de energia elétrica. São também apresentadas as definições de todos os termos e parâmetros envolvidos nas faturas de energia elétrica, modalidades de faturamento, divisão dos consumidores em classes e faixas em função da tensão de fornecimento, instruções para levantamento dos dados e emissão de faturas de energia, dentre outros.

Já os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica – Prodist – englobam nove módulos com a finalidade de padronizar as atividades técnicas associadas à operação das distribuidoras de energia elétrica [12].

4.3 AMBIENTES DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A comercialização de energia elétrica, de acordo com as regras vigentes, subdivide-se em dois ambientes de contratação: o cativo e o livre.

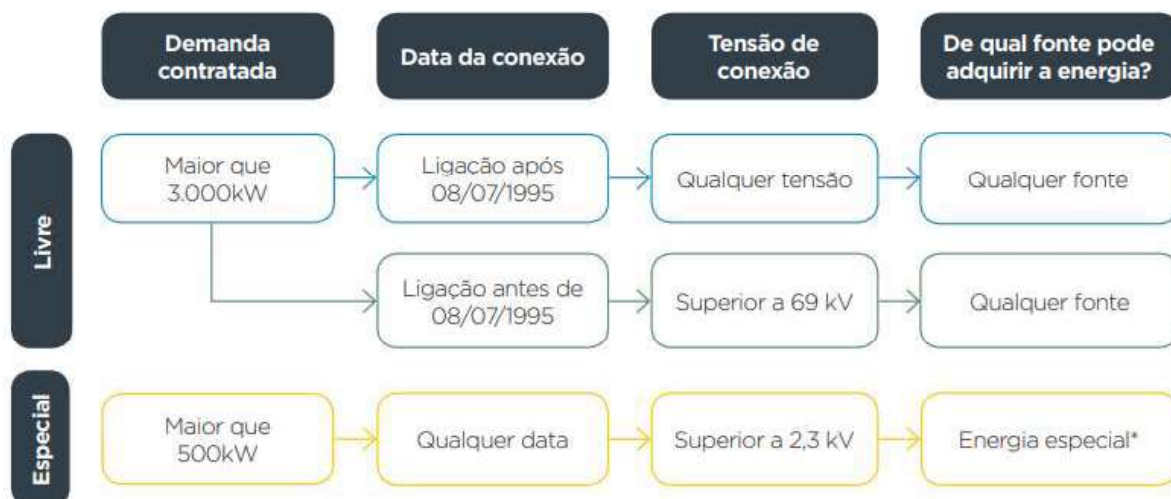
O mercado cativo, também conhecido como Ambiente de Contratação Regulada (ACR), é aquele que promove a comercialização de energia elétrica comprando diretamente de uma distribuidora local, não havendo flexibilidade nos preços de energia, já que as tarifas são fixas e reguladas pela ANEEL. No ACR participam apenas os agentes de geração, distribuição, comercialização, autoprodutores e produtores independentes. A compra e venda de energia é realizada por meio de contratos bilaterais entre agentes geradores e distribuidores, sendo concretizados mediante a participação em leilões, onde o vencedor é o gerador que oferece o menor preço de venda em reais por megawatt-hora (R\$/MWh). Os agentes distribuidores podem apenas contratar o montante de energia correspondente à sua demanda, não podendo comercializar energia com consumidores livres, sendo possível apenas a função de transportar energia através da rede elétrica, recebendo a Tarifa pelo Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) [19].

O mercado livre de energia ou Ambiente de Contratação Livre (ACL) é aquele que os consumidores podem escolher livremente seus fornecedores de energia. Consumidores e fornecedores negociam bilateralmente os termos de contratação de energia, tais como preços, prazos de concessão e montantes de energia. Nesta modalidade de contratação há dois tipos de consumidores, os livres e os especiais. Para se enquadrar como consumidor livre é necessário ter uma demanda contratada de no mínimo 3.000 kW, sendo possível contratar energia proveniente de qualquer fonte de geração. Já para aqueles consumidores em que a demanda contratada é igual ou maior do que 500 kW e menor do que 3.000 kW, devem adquirir energia de fontes incentivadas. Também, é importante ressaltar que a comprovação da demanda de 500 kW pode ser obtida através da união de cargas não contíguas, reunidas por comunhão de fato ou de direito (mesmo CNPJ), conforme previsto na Resolução ANEEL N° 247, de dezembro de 2006. Neste caso, estes consumidores podem contratar energia proveniente apenas de fontes especiais, sendo elas: usinas solares, eólicas, biomassa, pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) ou hidrelétricas de empreendimentos com potência inferior ou igual a 50 MW. Além disso, os consumidores classificados como especiais têm descontos entre 50% a 100% nas tarifas do uso do sistema de distribuição e transmissão (TUSD e TUST), sendo este percentual variável de acordo com as determinações dos regulamentos da ANEEL. O desconto final dos consumidores

é determinado mensalmente pela CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica) e informado às empresas detentoras das linhas de distribuição e transmissão para que sejam efetivamente praticados [20].

A figura 1 apresenta a regra para cada tipo de consumidor, considerando a data e a tensão de conexão e de qual fonte de geração ele pode comprar energia.

Figura 8 – Regras para cada tipo de consumidor de energia elétrica.



Fonte: Elaborado por [21].

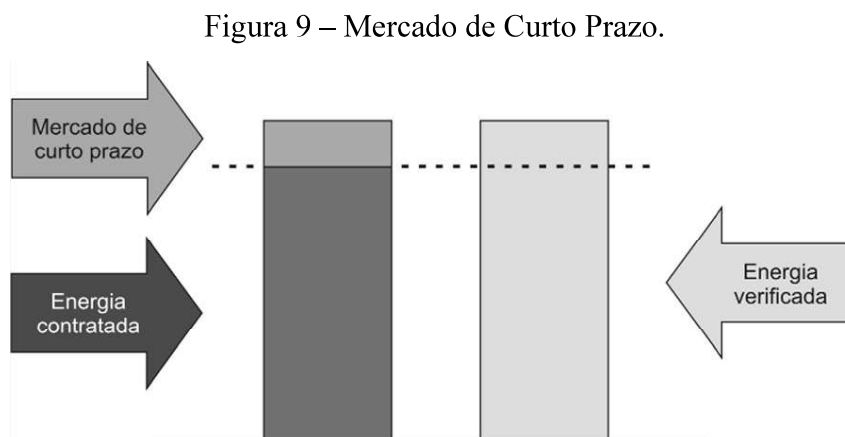
O mercado livre de energia está estruturado com regras e procedimentos de comercialização de energia definidos pela CCEE, que possui seu funcionamento autorizado pela Lei N° 10.848/2004 e sua implantação foi estabelecida pelo Decreto N° 5.177/2004. Seus trabalhos englobam a contabilização e liquidação do Mercado de Curto Prazo, o tratamento da energia de reserva, a apuração, a realização de leilões de energia, entre outros, visando o bom funcionamento do setor elétrico, de forma a assegurar a segurança energética do país [20].

A garantia no fornecimento de energia elétrica para o consumidor livre é obtida mediante o registro na CCEE dos contratos de compra e venda de energia. Caso o agente vendedor deixe de entregar os montantes contratados, o comprador ainda receberá a energia, sendo a CCEE a responsável pela operação de liquidação.

Por outro lado, é de responsabilidade do comprador a contratação de toda a energia necessária. Caso consuma mais que o contratado, deverá comprar a diferença no mercado de curto prazo, valorado ao Preço de Liquidação de Diferença (PLD), além de sofrer eventuais penalidades [21].

4.4 MERCADO DE CURTO PRAZO

O Mercado de Curto Prazo é o mercado das diferenças entre valores contratados pelos agentes (compra ou venda) e os efetivamente consumidos ou gerados. A figura 2 exemplifica o Mercado de Curto Prazo.



Fonte: Elaborado por [20].

A contabilização do Mercado de Curto Prazo tem como base os montantes contratados pelos agentes e registrados no Sistema de Contabilização e Liquidação, os valores efetivamente produzidos ou consumidos e o Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) utilizado para valorar os montantes liquidados no Mercado de Curto Prazo.

O Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) é o preço utilizado para liquidar as diferenças entre energia contratada, a gerada e a consumida. Seu valor é calculado pela CCEE diariamente para cada hora do dia seguinte, com base no Custo Marginal de Operação (CMO) – custo de produção do próximo MWh para o sistema [22].

Além disso, o PDL possui um valor máximo e um valor mínimo, sendo ambos estabelecidos pela ANEEL. Portanto, para o comprador, o MCP permite dois cenários. O primeiro ocorre quando o consumo é maior do que o contrato de energia, exemplificado na figura 2, recorrendo-se a compra no MCP ao preço estabelecido no PLD e liquidado pela CCEE. Já a segunda situação ocorre quando o consumo é menor do que o contrato de energia, ocasionando em uma venda de energia no MCP, tendo o preço estabelecido pelo PLD.

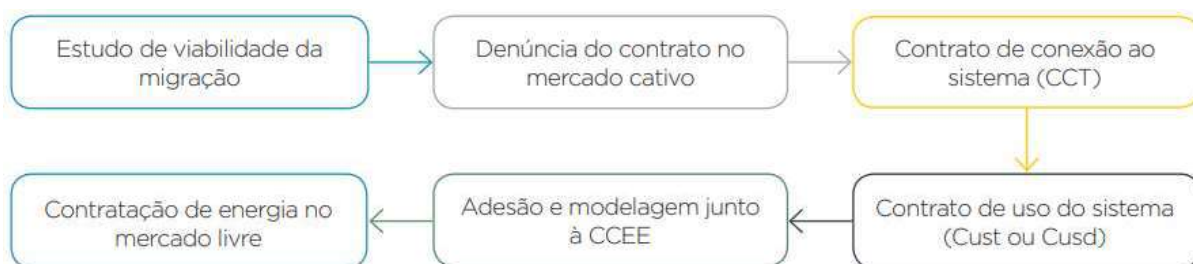
Apesar de proporcionar economia de energia elétrica, o Ambiente de Contratação Livre apresenta riscos, sendo os principais a oscilação de preços de energia no momento da

contratação e a má gestão do consumo [19]. Um mal dimensionamento da energia a ser contratada levará o consumidor a recorrer ao MCP com o preço estabelecido pelo PDL, que considera em seu cálculo fatores como o nível dos reservatórios, vazão das usinas hidrelétricas, condições climáticas, demanda, preço dos combustíveis e entrada de novos negócios, o que tende a impactá-lo [22].

4.5 ADESÃO AO MERCADO LIVRE DE ENERGIA

Para aqueles consumidores que estão aptos para ingressar no mercado livre de energia é necessário seguir algumas etapas para a migração. Estas etapas podem levar em média 6 meses para a total migração do ambiente de contratação regulado para o ambiente de contratação livre. A figura 3 mostra um resumo esquemático do processo de migração.

Figura 10 – Processo de migração para o mercado livre de energia.



Fonte: Elaborado por [21].

- **Estudo de viabilidade de migração:** É feita a análise dos contratos e histórico de consumo junto à distribuidora e comparação de dados coletados com as condições vigentes no mercado livre, de forma a identificar possíveis ganhos financeiros. No ACL há condições contratuais mais flexíveis, além de não ter diferença de postos tarifários, para a parcela energia, e ser possível contratar diferentes montantes de energia para diferentes períodos do ano [21].
- **Denúncia do Contrato no Mercado Cativo:** Deve-se comunicar a distribuidora à qual a unidade industrial ou comercial está conectada o desejo de ingresso no mercado livre, observando os prazos de aviso previstos no atual contrato de fornecimento. É importante verificar o prazo de contrato com a distribuidora local, já que a saída antecipada pode gerar multas e atrasos no processo. Outro ponto a estar atento é quanto ao prazo

regulatório para o participante do mercado livre retornar ao mercado cativo, que é de 5 anos [21].

- **Contrato de Conexão ao Sistema de Transmissão (CCT):** Caso o consumidor seja atendido em nível de tensão igual ou superior a 230 kV, deverá firmar contrato diretamente com a transmissora (CCT), para conectar-se diretamente à rede básica de transmissão, de acordo com a regulação vigente e a interveniência da ONS [21].
- **Contrato do Uso do Sistema de Transmissão (Cust) ou de Distribuição (Cusd):** Deve-se firmar contrato de uso do sistema de transmissão ou distribuição, segundo seu ponto de conexão. Estes contratos detalham os montantes a serem pagos pelo consumidor, de acordo com o uso do sistema [21].
- **Adesão e Modelagem junto à CCEE:** Para tornar-se um consumidor livre ou especial, é necessário associar-se à CCEE, que é responsável pela gestão do mercado de compra e venda de energia. Parte do processo inclui a reunião de documentos e acompanhamento do fluxo de habilitação. Além disso, para a habilitação técnica, o consumidor deverá cumprir as etapas de cadastro do ponto de medição, disponibilizando para a CCEE o diagrama unifilar da instalação e o parecer de acesso emitido, bem como a modelagem (cadastro) do ativo de carga. Caso seja necessária adequação do sistema de medição, os custos com eventuais obras ou aquisição de equipamentos serão de responsabilidade do consumidor [21].
- **Contratação de Energia Elétrica no Mercado Livre:** Juntamente com o processo de adesão, o consumidor deverá também firmar contrato de fornecimento de energia junto às geradoras ou comercializadoras, considerando as propostas apresentadas. Há diferenças de contratação específicas para cada empreendimento. Portanto, é recomendada uma ampla pesquisa entre os diversos fornecedores para encontrar a solução que se adeque melhor às necessidades [21].

4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresentou conceitos acerca da comercialização de energia elétrica no país. Mostrou-se, também, sobre a importância de conhecer qual a melhor modalidade de contratação, fator que é fundamental para um melhor gerenciamento de energia e redução de custos.

Discorreu-se acerca do Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL) e suas diferenças. Ao consumidor que está presente no ACR, a principal vantagem é a que não há riscos inerentes quanto ao aumento repentino das tarifas, já que possuem valor fixo e regulado pela ANEEL. Diferentemente do ACR, o ACL permite ao consumidor a escolha entre um contrato de longo prazo fixo ou estar sujeito às variações do PLD.

Por fim, exemplificou-se as etapas que são necessários para aqueles consumidores que estão elegíveis para migrar do ACR para o ACL e a importância de considerar a realização de uma pesquisa entre os diversos fornecedores para encontrar a solução que se adeque melhor às necessidades.

CAPÍTULO 5

METODOLOGIA E ESTUDO DE CASO

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo é abordado o estudo de caso da indústria de embalagens metálicas. Este estudo visa o encontro de oportunidades de redução de custos com energia elétrica. Serão analisadas a demanda contratada, a viabilidade da migração para a modalidade horosazonal verde e a possibilidade de contratação de energia proveniente de fontes incentivadas.

5.2 METODOLOGIA PROPOSTA

A eficiência energética está relacionada à aplicação de conceitos da engenharia, economia e administração em prol dos sistemas energéticos. É com base nesses conhecimentos que podem ser definidos objetivos e ações para melhoria de desempenho e redução de custos.

A gestão energética deve tornar cada vez mais eficientes seus sistemas, instalações e equipamentos, avaliando-os em relação ao consumo total de energia e à demanda requerida dos produtos finais da empresa, de forma a garantir a disponibilidade energética necessária, sem perdas no processo.

Nesse contexto, a contratação de energia não pode ser feita somente por uma concessionária local, mas também através da livre negociação, em um ambiente de contratação livre (ACL), de forma a reduzir custos com energia e, conseqüentemente, a redução de seus custos de produção.

No intuito de reduzir os gastos com energia elétrica em uma indústria de embalagens metálicas, é proposta a análise dos históricos de faturas de energia, considerando o consumo registrado em horário de ponta e fora de ponta, as demandas medidas e contratadas e a sazonalidade do consumo durante os períodos do ano, traçando-se o perfil de consumo da unidade.

Através do perfil de consumo, pode-se analisar qual a modalidade tarifária que se mostra mais econômica e se os valores de demanda contratados devem ou não serem reajustados. No presente estudo de caso, os valores de demanda contratada apresentaram-se um pouco distante

da realidade da instalação e, como consequência, houve pagamento por uma demanda não utilizada. Este superdimensionamento da demanda contratada pode ter se dado devido à expansão da fábrica.

Quanto ao enquadramento tarifário, para selecionar a modalidade que melhor se ajusta a indústria em questão, alguns pontos devem ser observados. A unidade consumidora neste estudo pertence ao grupo A, subgrupo A4, e, portanto, tem disponíveis as tarifas horosazonal azul e verde. Na modalidade horosazonal azul, além do consumo, a demanda também é diferenciada em horário ponta e fora de ponta, devendo-se estipular um valor de contratação para cada período. Assim, neste estudo será avaliado qual das duas modalidades é mais vantajosa para o consumidor, com base nos dados obtidos através de suas faturas.

Acerca do ajuste da demanda a ser contratada junto à concessionária, este é um ponto de suma importância quando se trata de redução de custos de energia. Quando o valor é superdimensionado há o pagamento por uma demanda que não será utilizada. No caso contrário, quando o valor é subdimensionado, será faturada a demanda correspondente ao total registrado acrescido da ultrapassagem multiplicado pelo dobro do valor normal da demanda. No conceito de eficiência energética, a ultrapassagem de demanda ou o superdimensionamento da demanda contratada representam uma falta de gerenciamento energético. Portanto, deve-se analisar o histórico de demanda medida na unidade consumidora, prevendo-se um possível aumento ou redução de carga, com a finalidade de contratar uma demanda que seja adequada para a instalação.

Por fim, a indústria de embalagens metálicas analisada neste estudo de caso encontra-se no mercado livre de energia. Conforme mencionado anteriormente, o ambiente de contratação livre (ACL) permite que o consumidor escolha a fonte de energia a ser contratada, quer seja convencional ou incentivada. Os preços negociados pela energia incentivada são mais elevados, porém, há descontos nas tarifas a serem pagas pelo uso do sistema de distribuição, que podem chegar a 100% de desconto, de acordo com a fonte energética. Deste modo, nesta análise será avaliada qual das fontes de energia, convencional ou incentivada, permitem uma maior redução de custos.

5.3 CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMIDOR

Neste capítulo é realizado o estudo de caso de uma fábrica de embalagens metálicas localizada no sul do estado de Goiás. A indústria a ser estudada encontra-se no submercado

Sudeste/Centro Oeste, área de concessão da Equatorial Energia Goiás. A empresa consome em média 3000 MWh mensais, com uma demanda contratada de 5.900 kW para ambos os horários de ponta e fora de ponta e, portanto, possui tarifa horosazonal azul. A tensão de fornecimento para este consumidor é de 13,8 kV, enquadrando-se no subgrupo A4. A tabela abaixo apresenta o resumo do consumidor em questão.

Tabela 2 – Perfil do Consumidor

Submercado	Sudeste/Centro Oeste
Distribuidora	Equatorial Energia Goiás
Tarifa Horária	Azul
Subgrupo	A4
Tensão de Fornecimento (kV)	13,8
Demanda Contratada na Ponta (kW)	5900
Demanda Contratada fora de ponta (kW)	5900

Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

A tabela 3 apresenta os dados registrados de consumo, em kWh, nos horários de ponta e fora de ponta e demanda, em kW, para horários de ponta e fora de ponta. Tais dados apresentados na tabela abaixo foram colhidos entre os meses de janeiro de 2021 a dezembro de 2021. O objetivo da coleta de dados em um intervalo de um ano é levantar o perfil do consumidor, de forma a auxiliar na proposta de redução dos gastos com energia elétrica.

Tabela 3 – Histórico de consumo e demanda medidos entre janeiro de 2021 a dezembro de 2021.

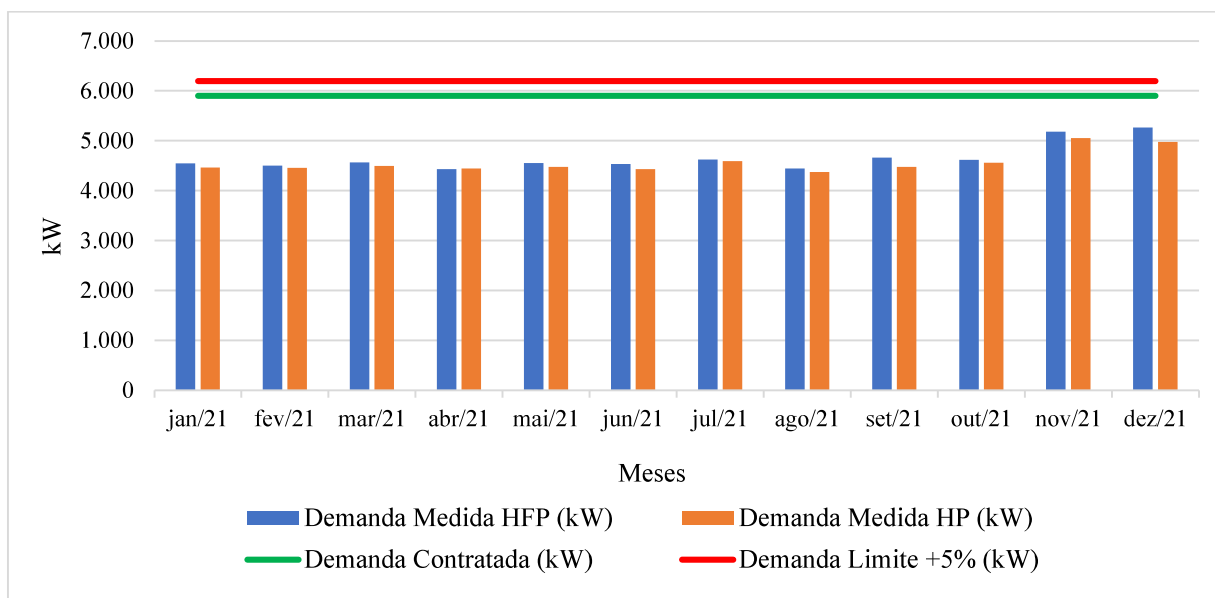
Mês	Demanda Medida HFP (kW)	Demanda Medida HP (kW)	Consumo Medido HFP (kWh)	Consumo Medido HP (kWh)
jan/21	4.547,20	4.462,08	2.732.352,00	267.907,36
fev/21	4.497,92	4.457,60	2.757.104,00	236.686,24
mar/21	4.565,12	4.493,44	2.478.112,00	228.832,80
abr/21	4.430,72	4.439,68	2.716.336,00	274.546,72
mai/21	4.551,68	4.475,52	2.710.288,00	258.301,12
jun/21	4.533,76	4.430,72	2.742.208,00	250.531,68
jul/21	4.623,36	4.587,52	2.708.720,00	269.112,48
ago/21	4.444,16	4.372,48	2.011.744,00	194.623,52
set/21	4.659,20	4.475,52	2.717.344,00	263.712,96
out/21	4.614,40	4.560,64	2.609.936,00	248.536,96
nov/21	5.178,88	5.048,96	2.960.832,00	257.504,80
dez/21	5.264,00	4.977,28	2.891.504,00	254.073,12

Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Comparando-se as tabelas 2 e 3, é possível observar que em momento nenhum houve ultrapassagem na demanda contratada, ambas de 5900 kW para horário de ponta e fora de ponta.

Por outro lado, a demanda encontra-se superdimensionada, levando o consumidor a pagar por uma demanda que não será utilizada. Este fato é evidenciado através da observação da figura 11, que ilustra os valores de demanda registrados em comparação com o contratado e seu limite de ultrapassagem.

Figura 11 – Análise da demanda contratada atual na indústria analisada.



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

5.4 TARIFAS DE APLICAÇÃO

As tarifas praticadas pela concessionária de energia Equatorial Energia referentes aos consumidores em média e alta tensão na estrutura tarifária horosazonal azul e verde constam respectivamente nas tabelas 4 e 5.

Tabela 4 – Tarifas de Aplicação da Equatorial Energia Goiás – Modalidade Horosazonal Azul.

Tarifa Horosazonal Azul			
Posto	TUSD		TE
	R\$/kW	R\$/kWh	R\$/kWh
Ponta	55,05	0,13933	0,43701
Fora de Ponta	22,94	0,13933	0,27282

Fonte: Elaborado pelo próprio autor com base na Resolução Homologatória N° 3.130.

Tabela 5 – Tarifas de Aplicação da Equatorial Energia Goiás – Modalidade Horosazonal Verde.

Tarifa Horosazonal Verde			
Posto	TUSD		TE
	R\$/kW	R\$/kWh	R\$/kWh
Ponta	-	1,47376	0,43701
Fora de Ponta	22,94	0,13933	0,27282

Fonte: Elaborado pelo próprio autor com base na Resolução Homologatória N° 3.130.

5.5 AJUSTE DA DEMANDA CONTRATADA

Para realizar a adequação da demanda a ser contratada pela unidade, foram utilizados os dados de demanda registrados nos últimos doze meses, apontados na tabela 3. Admitindo-se que as demandas futuras continuarão seguindo o mesmo padrão do passado e levando-se em conta que a tolerância de ultrapassagem é de 5%, a demanda contratada pode ser calculada através da equação 1.

$$D_{contratada} = \frac{D_{máx}}{1,05}$$

(1)

Durante a análise verificou-se que o maior valor registrado de demanda para o horário fora de ponta foi de 5.264 kW e, para o horário de ponta, 5.048,96 kW. Através da equação 1 e da tabela 3, é mostrado nas tabelas 6 e 7 qual deve ser o ajuste de demanda contratada, bem como qual será a economia caso a alteração de demanda seja efetuada.

É importante observar que como as tarifas de ultrapassagem são elevadas, raramente ocorrem situações em que a demanda contratada mais vantajosa é menor que aquela obtida ao fazer a divisão da demanda máxima verificada por 1,05.

Tabela 6 – Ajuste da demanda para horário fora de ponta.

Ajuste de Demanda – Horário Fora de Ponta	
Máxima demanda medida (kW)	5.264,00
Melhor demanda contratada (kW)	5.013,00
Valor mensal antes do ajuste (R\$)	R\$ 135.346,00
Valor mensal após ajuste (R\$)	R\$ 114.998,22
Economia Mensal (R\$)	R\$ 20.347,78

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Tabela 7 – Ajuste da demanda para horário de ponta.

Ajuste de Demanda – Horário de Ponta	
Máxima demanda medida (kW)	5.048,96
Melhor demanda contratada (kW)	4.809,00
Valor mensal antes do ajuste (R\$)	R\$ 324.795,00
Valor mensal após ajuste (R\$)	R\$ 264.735,45
Economia Mensal (R\$)	R\$ 60.059,55

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Através do ajuste de valores de demanda contratada, a estimativa de economia anual poderia ser de R\$ 964.887,96. Dessa forma, observa-se a necessidade de adequação e maior controle da demanda contratada.

5.6 ALTERAÇÃO DA TARIFA HORÁRIA

Conforme mencionado anteriormente, a existência de alternativas de enquadramento tarifário permite com que os consumidores possam escolher o enquadramento e o valor contratual de demanda que resultam em menores gastos com energia elétrica.

Para o consumidor analisado, além da tarifa horosazonal azul, está disponível a tarifa horosazonal verde. Diferentemente da tarifa horária azul, a modalidade tarifária verde possui fixação de apenas um valor de demanda contratada, independentemente do horário.

A tabela 8 mostra a incidência da TUSD na demanda e no consumo de ponta e fora de ponta, referente à parcela de encargo. O consumo no horário de ponta e no horário fora de ponta é a média aritmética dos consumos verificados de janeiro de 2021 a dezembro de 2021.

Tabela 8 – Cálculo da Incidência da TUSD – Modalidade Tarifária Verde

Cálculo da Incidência da TUSD - Verde			
Descrição	Faturado	Tarifa (R\$/kW)	Valor (R\$)
Demanda na ponta (kW)	-	-	-
Demanda fora de ponta (kW)	5.013,00	22,94	114.998,22
Encargo na ponta (kWh)	250.364	1,47376	368.976,66
Encargo fora de ponta (kWh)	2.669.707	0,13933	371.970,23
Total TUSD			R\$ 855.945,11

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Além dos custos com TUSD, é necessário considerar os impostos que incidem sobre a demanda. Os impostos PIS e COFINS variam mensalmente e, portanto, para fins de cálculo serão considerados os valores apresentados na fatura do mês de novembro de 2021. A tabela 9 apresenta os custos relacionados com os impostos na TUSD Verde.

Tabela 9 – Custo com impostos relacionados a TUSD – Modalidade Tarifária Verde.

Tributos - Horosazonal Verde			
Custo	PIS/PASEP	COFINS	Valor Total (R\$)
R\$ 855.945,11	0,7945%	3,4524%	R\$ 893.908,52

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

De forma a efetuarmos uma verificação se é vantajoso para o consumidor a migração da modalidade tarifária azul para a verde, serão realizados nas tabelas 10 e 11 os cálculos de incidência da TUSD e custo com impostos relacionadas a TUSD, ambos para a estrutura tarifária horosazonal azul.

Tabela 10 – Cálculo da Incidência da TUSD – Modalidade Tarifária Azul

Cálculo da Incidência da TUSD – Azul			
Descrição	Faturado	Tarifa (R\$/kW)	Valor (R\$)
Demanda na ponta (kW)	4.809,00	55,05	264.735,45
Demanda fora de ponta (kW)	5.013,00	22,94	114.998,22
Encargo na ponta (kWh)	250.364	0,13933	34.883,24
Encargo fora de ponta (kWh)	2.669.707	0,13933	371.970,23
Total TUSD			R\$ 786.587,14

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

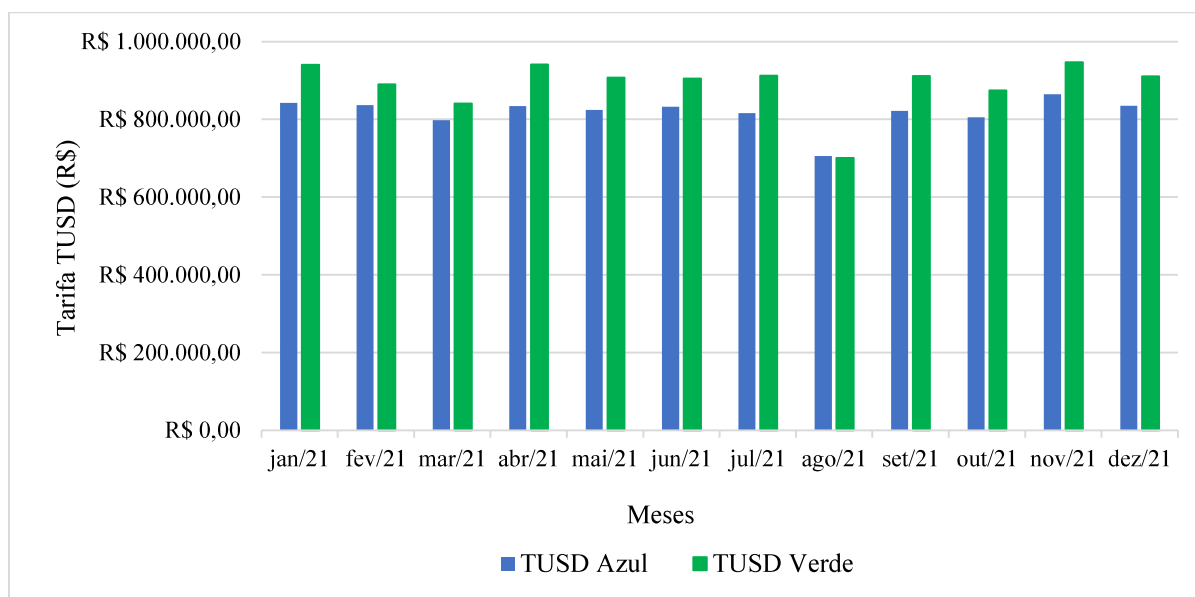
Tabela 11 – Custo com impostos relacionados a TUSD – Modalidade Tarifária Azul

Tributos – Horosazonal Azul			
Custo	PIS/PASEP	COFINS	Valor Total (R\$)
R\$ 786.587,14	0,7945%	3,4524%	R\$ 821.474,33

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Comparando-se ambas as simulações, observa-se que para o consumidor é mais vantajoso continuar no enquadramento tarifário horosazonal azul, já que este, se comparado com a modalidade verde, permite no custo final da fatura, em média, uma redução de R\$ 72.100,00 no período estudado. Uma vez que a fábrica não apresenta redução significativa de carga em horário de ponta, o alto valor da tarifa TUSD de consumo na modalidade Verde neste horário torna essa modalidade tarifária mais cara. A figura 12 exemplifica a análise acima, fazendo o comparativo mensal entre as tarifas TUSD Azul e Verde para o período observado.

Figura 12 – Comparativo entre TUSD Azul e TUSD Verde



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

5.6 CONTRATAÇÃO DE ENERGIA INCENTIVADA

A indústria analisada neste estudo de caso apenas faz o uso de energia convencional. Ao contratar energia de fontes incentivadas, como por exemplo a solar, eólica ou biomassa, é possível receber um desconto de 50% a 100% nas tarifas de uso do sistema de distribuição (TUSD), percentual este que varia de acordo com as determinações da ANEEL. O desconto final dos consumidores depende de sua forma de contratação, que pode ser realizada diretamente dos geradores ou de comercializadores de energia.

Considerando o cenário em que a empresa é mantida na modalidade tarifária horosazonal azul, as tabelas 12 e 13 mostram, respectivamente, o custo total com o sistema de distribuição e o custo com impostos para o cenário de contratação de energia incentivada com 50% de desconto na TUSD.

Tabela 12 – Cálculo da Incidência da TUSD – EI50%

TUSD - Mercado Livre - EI50% - Horosazonal Azul			
Descrição	Faturado	Tarifa (R\$/kW)	Valor (R\$)
Demanda na ponta (kW)	4809	27,53	132.367,73
Demanda fora de ponta (kW)	5013	11,47	57.499,11
Encargo na ponta (kWh)	250.364	0,13933	34.883,24
Encargo fora de ponta (kWh)	2.669.707	0,13933	371.970,23
Custo total com uso do sistema de distribuição (R\$)			R\$ 596.720,30

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Tabela 13 – Cálculo da Incidência da TUSD – EI50%

Tributos - Horosazonal Azul - EI50%			
Custo	PIS/PASEP	COFINS	Valor
R\$ 596.720,30	0,7945%	3,4524%	R\$ 623.186,40

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Para esta análise, é importante considerar o cálculo do custo com o contrato de energia elétrica. No mercado livre de energia, o custo com o contrato de energia é composto pelo valor da energia elétrica firmado entre as partes.

Portanto, o cálculo do montante de energia a faturar é dada pela equação:

$$Custo_{CE}(R\$) = E_{consumida} \times (1 + Perdas_{\%}) \times V_E$$

Onde:

$Custo_{CE}$ – Custo do contrato de energia (R\$);

$E_{consumida}$ – Montante de energia consumida (kWh);

V_E – Valor da energia elétrica referente ao contrato firmado (R\$/kWh);

$Perdas_{\%}$ – Perdas até o ponto de entrega.

Quanto as perdas de energia do sistema, neste estudo, considerar-se-á 3% do consumo líquido medido, já que as perdas giram em torno deste percentual. O consumidor livre é responsável pelas perdas até o ponto de entrega. Tais perdas podem ser técnicas, causadas por fenômenos físicos, ou não técnicas, provenientes de erros de medição ou furtos de energia.

Durante o período de desenvolvimento deste estudo, a energia convencional estava sendo negociada a R\$ 79,2 por MWh. Já o preço da energia incentivada com 50% de desconto na TUSD, é de R\$ 105,2 por MWh. Cabe observar que, em geral, a energia incentivada 50% é negociada a patamares mais elevados em relação à energia convencional. Apesar de ser mais cara que a convencional, a energia incentivada pode ser viável, cabendo ao consumidor realizar a análise para decidir qual opção é mais vantajosa.

A partir disto, será feita a comparação dos dois cenários apresentados, primeiro com a energia convencional e, em seguida, com a energia incentivada 50%. A tabela 14 mostra o custo com o contrato de energia convencional.

Tabela 14 – Custo com Contrato de Energia no ACL – Convencional

Custo Energia ACL - Convencional			
Descrição	Medição (kWh)	Preço (R\$/kWh)	Valor (R\$)
Consumo ACL	2.920.070,81	0,0792	R\$ 231.269,61
Perdas Rede Básica	87.602,12	0,0792	R\$ 6.938,09
Total Custo Energia ACL			R\$ 238.207,70

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

A tabela 15 apresenta o custo com o contrato de energia incentivada 50%.

Tabela 15 – Custo com Contrato de Energia no ACL – Energia Incentivada 50%

Custo Energia ACL - EI50%			
Descrição	Medição (kWh)	Preço (R\$/kWh)	Valor (R\$)
Consumo ACL	2.920.070,81	0,1052	R\$ 307.191,45
Perdas Rede Básica	87.602,12	0,1052	R\$ 9.215,74
Total Custo Energia ACL			R\$ 316.407,19

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

O valor final da conta de energia no mercado livre de energia é a soma da parcela TUSD, calculadas nas tabelas 9 e 10, com o valor do consumo total multiplicado pela tarifa negociada no mercado livre (R\$ 79,2 por MWh para convencional e R\$ 105,2 por kWh para incentivada 50%, no ano de 2023). Os impostos PIS/COFINS não foram considerados, pois já estão inseridos no preço da energia negociado entre as partes. Os valores da conta de energia para a indústria do estudo de caso, durante o período analisado, são apresentados nas tabelas 16 e 17.

Tabela 16 – Valor da conta de energia no mercado livre utilizando-se energia convencional.

Valor Conta de Energia ML - Energia Convencional			
Mês	Consumo Total (kWh)	TUSD (R\$)	Fatura no ML (R\$)
jan/21	3.000.259,36	842.505,26	1.087.254,42
fev/21	2.993.790,24	836.435,23	1.080.656,67
mar/21	2.706.944,80	797.517,85	1.018.339,58
abr/21	2.990.882,72	834.512,99	1.078.497,24
mai/21	2.968.589,12	824.523,24	1.066.688,87
jun/21	2.992.739,68	832.064,86	1.076.200,59
jul/21	2.977.832,48	815.619,32	1.058.538,99
ago/21	2.206.367,52	705.480,89	885.467,53
set/21	2.981.056,96	821.779,85	1.064.962,56
out/21	2.858.472,96	805.231,18	1.038.413,97
nov/21	3.218.336,80	864.468,64	1.127.007,69
dez/21	3.145.577,12	834.643,89	1.091.247,49

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Tabela 17 – Valor da conta de energia no mercado livre utilizando-se energia incentivada 50% (EI50%).

Valor Conta de Energia ML - EI50%			
Mês	Consumo Total (kWh)	TUSD (R\$)	Fatura no ML (R\$)
jan/21	3.000.259,36	641.989,01	886.738,17
fev/21	2.993.790,24	637.138,47	881.359,91
mar/21	2.706.944,80	597.460,07	818.281,80
abr/21	2.990.882,72	635.573,11	879.557,36
mai/21	2.968.589,12	627.195,24	869.360,86
jun/21	2.992.739,68	633.773,00	877.908,73
jul/21	2.977.832,48	620.738,60	863.658,26
ago/21	2.206.367,52	510.548,15	690.534,78
set/21	2.981.056,96	625.538,11	868.720,81
out/21	2.858.472,96	608.719,91	841.902,70
nov/21	3.218.336,80	666.273,86	928.812,91
dez/21	3.145.577,12	640.915,46	897.519,06

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

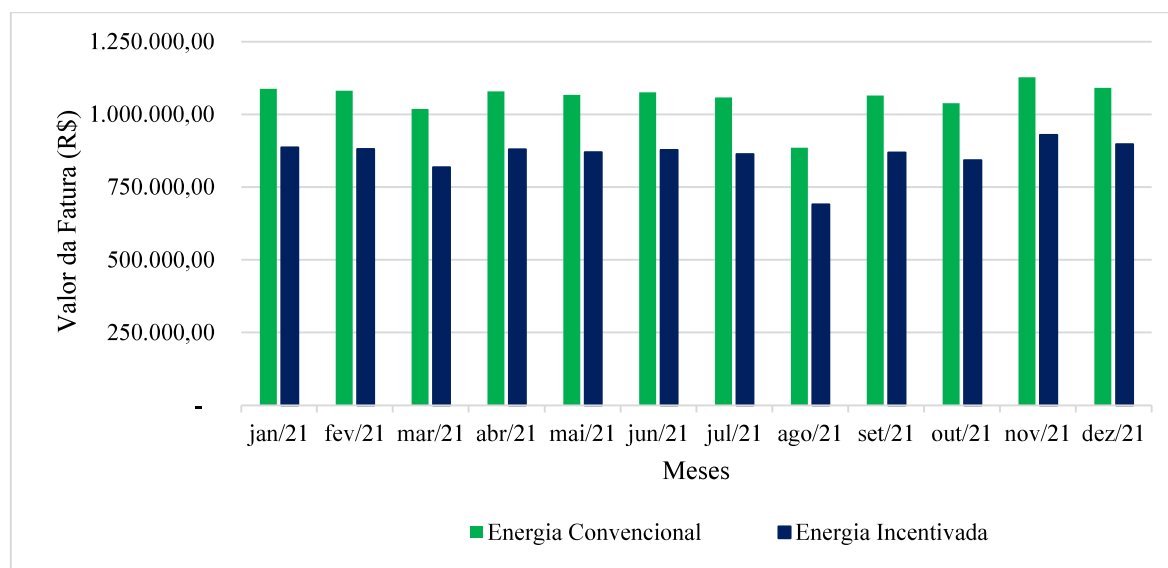
Por conseguinte, pode-se calcular a diferença entre as contas de energia para os cenários de energia convencional e energia incentivada, conforme apresentado na tabela 18.

Tabela 18 – Comparativo entre energia convencional e incentivada 50%.

Energia Convencional x Energia Incentivada - 50%			
Mês	Fatura ML - Convencional	Fatura ML - EI50%	Diferença (R\$)
jan/21	1.087.254,42	886.738,17	200.516,25
fev/21	1.080.656,67	881.359,91	199.296,76
mar/21	1.018.339,58	818.281,80	200.057,78
abr/21	1.078.497,24	879.557,36	198.939,89
mai/21	1.066.688,87	869.360,86	197.328,00
jun/21	1.076.200,59	877.908,73	198.291,86
jul/21	1.058.538,99	863.658,26	194.880,73
ago/21	885.467,53	690.534,78	194.932,75
set/21	1.064.962,56	868.720,81	196.241,75
out/21	1.038.413,97	841.902,70	196.511,27
nov/21	1.127.007,69	928.812,91	198.194,78
dez/21	1.091.247,49	897.519,06	193.728,42

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Figura 13 – Comparativo entre valores de fatura para energia convencional e incentivada.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Por meio da figura 13 e da tabela 18 é possível observar que durante o período de janeiro de 2021 a dezembro de 2021, o custo total com a contratação de energia convencional foi de R\$ 12.673.275,59 e na contratação de energia incentivada 50% o custo total foi de R\$ 10.304.355,34. Portanto, através da metodologia adotada observa-se uma diferença de preço que chega a aproximadamente 19%. Em termos de redução de custos com energia elétrica torna-se mais viável a contratação de energia com 50% de desconto na TUSD azul para fontes incentivadas.

5.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo apresentou-se a metodologia proposta que foi utilizada para a confecção da análise e os resultados obtidos. Inicialmente, destacou-se que a primeira etapa do estudo se tratava da verificação da demanda contratada pela indústria. Observou-se que a demanda contratada estava mal dimensionada, levando a empresa a um gasto desnecessário. Uma proposta de ajuste a ser feito é levar em consideração que as demandas futuras continuarão seguindo o mesmo padrão e ajustar a demanda contratada de forma que a demanda medida não exceda a demanda de ultrapassagem de 5%.

Como a indústria analisada está classificada no grupo A, subgrupo A4, além da tarifa horosazonal azul, a tarifa horosazonal verde encontra-se disponível. Portanto, verificou-se a viabilidade da migração da tarifa horosazonal azul para a verde. Como resultado da análise,

levando-se em consideração que não é possível a redução da carga em horário de ponta, o alto valor da tarifa TUSD de consumo na modalidade verde neste horário fez com que essa alteração de modalidade tarifária se tornasse inviável.

Por fim, notou-se que a empresa apesar de estar no mercado livre de energia não fazia a contratação de energia proveniente de fontes incentivadas. Portanto, de forma a verificar se é possível uma redução nos custos de energia elétrica, realizou-se uma comparação entre ambas os cenários de contratação, energia convencional e energia incentivada com desconto de 50% na TUSD azul. Como resultado, é possível a redução de cerca de 19% no preço final da fatura ao realizar a contratação de energia incentivada 50%.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 CONCLUSÃO

Esse trabalho apresentou um estudo de caso em uma indústria de embalagens metálicas, tendo como objetivo o gerenciamento energético de forma a reduzir custos com a energia elétrica.

Iniciou-se este estudo com uma breve descrição do cenário energético atual, onde após a pandemia de COVID-19 diversos países tiveram problemas de aumento dos preços e interrupções no fornecimento de energia elétrica. Em paralelo, no Brasil o ano de 2020 foi marcado por uma severa seca que elevou os temores de uma crise energética aos moldes daquela ocorrida no início dos anos 2000. Nesse contexto, nessa primeira parte buscou delinear as metas a serem seguidas ao longo do estudo que resultaram em oportunidades de redução de custos para a fábrica analisada.

Posteriormente, apresentou-se a matriz energética brasileira e a grande participação da indústria como maior consumidor de energia elétrica. Mostrou-se, também, a importância do gerenciamento energético, cujas medidas resultam na redução no custo da energia. Além disso, descreveu-se os métodos de análise do enquadramento tarifário e mercado livre de energia, conceitos que permitiram com que o trabalho fosse desenvolvido.

A partir de tais assuntos abordados deu-se início a análise. Foi verificada a demanda contratada pela empresa e comparou-se com a demanda medida. Observou-se um mal dimensionamento da demanda contratada e sugeriu-se um ajuste. Em seguida, analisou-se a possibilidade de migração da tarifa horosazonal azul para a verde. Essa sugestão mostrou-se ineficaz, já que não é possível a redução de cargas no horário de ponta, período em que a tarifa TUSD verde apresenta um valor maior. Por fim, verificou-se a possibilidade de contratação de energia no mercado livre de energia proveniente de fontes incentivadas. Essa mostrou-se eficaz, permitindo uma redução dos gastos na fatura de energia elétrica em cerca de 19%.

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Espera-se o surgimento de trabalhos futuros nesta indústria que foi apresentada durante o estudo de caso. Visando a continuação desta linha de pesquisa, apresenta-se abaixo algumas sugestões para novos trabalhos:

- Conscientização do uso de energia na fábrica;
 - Melhoria da eficiência no sistema de ar comprimido;
 - Análise do carregamento dos motores da indústria.
-

REFERÊNCIAS

1. MARTINS, R. Racionamento atrapalhou retomada da economia em 2001; saiba se problema pode se repetir. **G1**, 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/06/29/racionamento-atrapalhou-retomada-da-economia-em-2001-saiba-se-problema-pode-se-repetir.ghtml>>. Acesso em: 27 Julho 2022.
2. ROUBICEK, M. Como a crise atual do setor elétrico se compara a 2001. **Nexo**, 2021. Disponível em: <<https://www.nexojornal.com.br/expresso/2021/05/31/Como-a-crise-atual-do-setor-el%C3%A9trico-se-compara-a-2001>>. Acesso em: 27 Julho 2022.
3. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano Nacional de Eficiência Energética**. [S.l.]. 2011.
4. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço Energético Nacional 2021: Ano base 2020**. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro, p. 292. 2021.
5. FIORI, J. L. A crise energética, a Europa e a reviravolta russa. **OUTRASPALAVRAS**, 2022. Disponível em: <<https://outraspalavras.net/geopoliticaeguerre/a-crise-energetica-aeuropa-e-a-reviravolta-russa/>>. Acesso em: 27 Julho 2022.
6. FERREIRA DE BARROS, B.; GEDRA, R. L.; BORELLI, R. **Eficiência Energética – Técnicas de aproveitamento, gestão de recursos e fundamentos**. 1. ed. São Paulo: Editora Érica, 2015.
7. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Relatório Síntese 2022**. Ministério de Minas e Energia. [S.l.]. 2022.
8. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço Energético Nacional 2022: Ano base 2021**. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro, p. 292. 2022.
9. ELETROBRAS – CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A; PROCEL – PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – Ano Base 2005 – Classe Industrial - Alta Tensão – Relatório Brasil**. Eletrobras/PROCEL. Rio de Janeiro, p. 85. 2008.
10. SEIXAS, P. S. D. S. **Eficiência Energética**. 1. ed. Curitiba: Contentus, 2020.
11. ALTOÉ, L. et al. Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 31, p. 89, Janeiro 2017.

-
12. FERREIRA DE BARROS, B.; BORELLI, R.; GEDRA, R. L. **Gerenciamento de Energia:** Ações administrativas e técnicas de uso adequado da energia elétrica. 2. ed. São Paulo: Érica, 2016.
 13. MOREIRA SANTOS, A. H. et al. **Eficiência Energética:** Teoria & Prática. 1. ed. Itajubá: FUPAI, 2007.
 14. PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Manual de Tarificação da Energia Elétrica.** PROCEL. Rio de Janeiro. 2011.
 15. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Resolução Normativa ANEEL N° 1.000.** Brasília. 2021.
 16. NASCIMENTO, K. R. D. **Migração para o Mercado Livre de Energia e alteração de tarifa horária: Estudo de caso em uma indústria.** UFRJ. Rio de Janeiro, p. 49. 2018.
 17. RIBEIRO, E. D. C. **Ajuste dos custos com energia elétrica de um grupo de comunicação multimídia.** UFRGS. Porto Alegre, p. 101. 2018.
 18. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Sobre Bandeiras Tarifárias. **Agência Nacional de Energia Elétrica**, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/bandeiras-tarifarias>>. Acesso em: 05 Janeiro 2023.
 19. SOARES, E. V. A. **Análise do enquadramento de consumidores do Grupo A4 no ambiente de contratação livre e regulado.** UFOP. João Monlevade, p. 60. 2018.
 20. NERY, E. **Mercados e Regulação de Energia Elétrica.** 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2012.
 21. FIESP. **Mercado Livre de Energia.** FIESP. [S.l.].
 22. SUEDE, H.; MALDONADO, M.; MOURA, N. Setor Elétrico: Como funciona o Mercado Livre de Energia? **Expert XP**, 2022. Disponível em: <<https://conteudos.xpi.com.br/acoes/relatorios/como-funciona-o-mercado-livre-de-energia/>>. Acesso em: 12 Janeiro 2023.
 23. REY MARTÍNEZ, F. J.; VELASCO GÓMEZ, E.; REY HERNÁNDEZ, J. **Eficiência Energética de los edificios.** 1. ed. Madrid: Ediciones Paraninfo, 2018.
-