

# GESTÃO DE ENERGIA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADO A UMA INDÚSTRIA DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

RIBAS, Oerickes Schön<sup>1</sup>

SCHAFER, Khetillyn de Lima<sup>2</sup>

ANDRADE, Solange Alves C.<sup>3</sup>

FILHO, Carlos Roberto da Silva<sup>4</sup>

## RESUMO

O consumo de energia elétrica apresenta uma das maiores oportunidades de redução de custos no setor industrial. Desse modo, uma boa gestão do consumo de energia elétrica e aplicação de ações de eficiência energética para melhor uso desse recurso ganham cada vez mais destaque em todos os ramos da indústria. Entretanto, ainda há muito para evoluir em relação à gestão deste recurso no setor industrial, principalmente quando analisado o atual cenário de uso final de energia no Brasil.

**Palavras-chave:** Energia Elétrica; Gestão; Consumo de Energia.

## ABSTRACT

Electricity is a great opportunity for cost savings in the industry. Thus, a good electric energy consumption management and application of energy efficiency technologies for better use of this resource gain prominence in all branches of industry. However, there are still much to develop about energy management in the industrial sector, especially when analyzing the actual energy end use scenario in Brazil.

**Keywords:** Electricity; Management; Energy consumption.

## 1 INTRODUÇÃO

O cenário brasileiro atual, com diversas incertezas econômicas e políticas exige do setor industrial como um todo a ter maior agilidade e segurança em sua tomada de decisões, tendo em vista o dinâmico e globalizado mercado em que vivemos (MARTINS, 2010).

<sup>1</sup>Graduando do Curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário UNISOCIESC, oerickesribas@gmail.com;

<sup>2</sup>Graduanda do Curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário UNISOCIESC, khetillynschafer@gmail.com;

<sup>3</sup>Professora orientadora: MSc, Centro Universitário UNISOCIESC, solange@unisociesc.com.br;

<sup>4</sup>Professor coorientador: MSc, Centro Universitário UNISOCIESC, carlos.silva@unisociesc.com.br;



Aliado a crescente competitividade do mercado, as indústrias são obrigadas a estarem em constante inovação, para atender suas demandas e reduzirem seus custos. Estes são alguns dos motivos que fazem as empresas procurarem implantar e adequar sistemas de melhoria contínua (BATISTA, 2011).

Grande parte dos seus gastos nas indústrias está relacionado a energia elétrica. Quando analisado os custos referentes à transformação da matéria prima em produto acabado, a energia elétrica representa de 15% a 25% dos custos totais de transformação. Ainda, o setor industrial no Brasil representa 46% do consumo de energia elétrica no país. Desse consumo, estima-se que apenas 51% sejam aproveitadas de fato, sendo o restante perdido com a ineficiência em seus processos (MARTINS, 2016).

Os custos associados às ineficiências energéticas nos processos produtivos, a cobrança do mercado consumidor por responsabilidade ambiental e uso consciente dos recursos naturais é outro fator que força as empresas a melhorarem seus desempenhos energéticos. Essa cobrança dos consumidores vai de encontro com estratégias governamentais e acordos climáticos internacionais que visam minimizar os impactos das mudanças climáticas previstas nas próximas décadas (PARK *et al* 2009).

Nesse contexto, a eficiência energética torna-se um importante pilar no planejamento estratégico das empresas. Isso reflete a atual transição da visão das empresas em relação aos gastos com energia, que deixa de ser apenas uma fonte de custos, mas passa a ser considerada como um fator de competitividade, independente do tamanho e área de atuação (BUNSE, 2011).

Para que as ações de eficiência energética sejam efetivas e duradouras, é necessário que haja uma gestão de energia consistente e bem estruturada na empresa. Caso contrário, os investimentos e esforços para redução do consumo de energia não trarão os resultados esperados e, assim, não justificam os investimentos realizados (TONIM, 2009).

O presente trabalho se propõe a realizar um estudo de consumo de energia elétrica, conforto luminoso e térmico em uma indústria de automação industrial, visando assim avaliar e reduzir possíveis desperdícios no consumo de energia.



Tendo como Objetivos Específicos:

- a) Realizar cálculo de enquadramento tarifário mais adequado;
- b) Realizar cálculos de faturamento de energia;
- c) Realizar análise de fator de carga;
- d) Realizar cálculos de demanda de energia ideal;
- e) Desenvolver e aplicar ferramenta de análise tarifária de energia elétrica;
- f) Elaborar e aplicar checklist de requisitos a serem atendidos sobre a ISO 50001;
- g) Propor melhorias no sistema de gerenciamento de energia elétrica, com base nos conceitos da ISO 50001;

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta etapa do trabalho serão abordados os principais fundamentos teóricos para o desenvolvimento proposto.

### 2.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A eficiência energética caracteriza-se pela busca de melhorar o aproveitamento de energia elétrica tanto em processos como em equipamentos, visando o menor consumo de eletricidade (MARQUES, 2007).

No Brasil, o setor industrial é responsável por 38% do consumo final de energia elétrica. Segundo o Ministério de Minas e Energia (2009), o consumo final da energia tem um destaque relevante para o uso da força motriz no setor industrial, o que compreende o consumo elétrico de equipamentos, por exemplo: bombas, motores elétricos, compressores, ventiladores, entre outros (PNEE, 2011).

Sendo a indústria o maior consumidor de energia, as vantagens da eficiência energética para esse setor são ainda maiores. Além das questões sociambientais decorrentes do uso da energia, outro fator determinante para a eficiência energética na indústria é o crescimento incessante dos tributos e encargos sobre a energia elétrica, os quais pressionam muito os custos de produção no Brasil. Surge, portanto, a necessidade de projetos de eficiência energética na indústria para reduzir esses



custos (GODOI, 2011).

## 2.2 PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA INDÚSTRIAS

Atualmente, o setor industrial responde pela maior parte do consumo de energia elétrica do país, para tanto, a prática da eficiência energética deveria ser uma ação natural adotada pelos setores industriais. Porém, isso não é uma realidade praticada pelas empresas do setor industrial, sendo assim, ações como programas e planos de eficiência energética surgem para promover o uso racional e eficaz da energia elétrica (TONON, 2015).

Atualmente podemos destacar no cenário nacional programas como: PROCEL Indústria (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica); programa PROESCO (Apoio a Projetos de Eficiência Energética); os programas de Eficiência Energética – PEE, conduzidos pela ANEEL (SANTOS, 2011).

O programa do PROCEL indústria teve como fator motivador a constatação de que a Força Motriz era a principal fonte do consumo da energia elétrica no setor industrial. Para tanto, foi elaborado o Projeto de Otimização Energética de Sistemas Motrizes, com base em duas vertentes: a primeira com o propósito de aumentar a utilização de motores de alto rendimento pelo mercado; a segunda visa minimizar as perdas nos sistemas motrizes já instalados, de forma a capacitar suas equipes técnicas na otimização desses sistemas (PROCEL, 2011).

## 2.3 ANÁLISE DE TARIFAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Quando se fala em planos de economia de energia no setor industrial, é importante entender o enquadramento tarifário adequado a indústria perante a concessionária, para que o consumidor contrate somente a demanda de energia que será necessária durante o mês, a demanda de energia elétrica é a parcela de potência ativa solicitada ao sistema elétrico que irá garantir o suprimento das cargas instaladas em operação na unidade consumidora (COPEL, 2021).

Um mal dimensionamento do enquadramento tarifário fará com que o consumidor pague excedentes em sua tarifa de energia elétrica pela aplicação



incorreta de sua tarifa (COPEL, 2021).

### **2.3.1 Tensões de Fornecimento**

A ANEEL é o órgão responsável por estabelecer os níveis de tensão adequada a cada unidade consumidora, que observa os seguintes limites:

- a) Tensão secundária de distribuição: quando a carga instalada na unidade consumidora for igual ou inferior a 75 kW;
- b) Tensão primária de distribuição inferior a 69 kV: quando a carga instalada na unidade consumidora for superior a 75 kW e a demanda contratada pelo consumidor for igual ou superior a 2.500 kW;
- c) Tensão primária de distribuição superior a 69 kV: quando a demanda contratada pelo consumidor for superior a 2.500 kW. Em certas condições, previstas na legislação a concessionária poderá adotar outros limites para fornecimento de energia elétrica (ANEEL, 2017).

### **2.3.2 Grupos Tarifários**

As tarifações de energia elétrica não possuem o mesmo valor para todos os consumidores. Elas são diferenciadas entre grupos tarifários, de acordo com sua tensão de fornecimento, o momento do consumo, o tipo de tarifa e a classe do consumidor (VIEIRA, 2016).

No Brasil, existem dois grupos tarifários para as unidade consumidoras: Grupo A, enquadrando-se na tarifa binômia e o Grupo B, que possui tarifa monômia. Estes grupos são definidos considerando o nível de tensão que necessitam para serem atendidos e também, em função da demanda necessária (kW) (PROCEL, 2011).

Unidades consumidoras que são atendidas por tensão inferior a 2,3 kV são classificadas baixa tensão e ficam alocadas no Grupo B. No geral, esta classe enquadra as residências, lojas, bancos, edifícios residenciais, boa parte dos edifícios comerciais e a grande maioria dos prédios públicos, sendo que, na sua grande maioria são atendidos nas tensões de 127 ou 220 volts (PROCEL, 2011).



Por sua vez os consumidores que são atendidos em alta tensão, ou seja, acima de 2,3 kV, como as indústrias, shopping centers e alguns edifícios comerciais, são classificados no Grupo A.

O grupo A é subdividido de acordo com a tensão de atendimento (PROCEL, 2011):

- a) Subgrupo A1: Nível de tensão entre 230 kV ou mais;
- b) Subgrupo A2: Nível de tensão entre 88 e 138 kV;
- c) Subgrupo A3: Nível de tensão de 69 kV;
- d) Subgrupo A3a: nível de tensão entre 30 e 44 kV;
- e) Subgrupo A4: Nível de tensão entre 2,3 e 25 kV;
- f) Subgrupo AS: Para sistema subterrâneo.

O grupo de consumidores que são atendidos através de redes elétricas subterrâneas são classificados no Grupo A, Sub-Grupo AS, mesmo que sejam atendidos em tensão inferior a 2,3 kV (baixa tensão). Para este enquadramento é necessário que o consumidor esteja localizado em uma área servida por sistema subterrâneo ou previsto para ser atendido pelo sistema, de acordo com o programa de obras da concessionária e que possa ser atendido um dos seguintes requisitos (PROCEL, 2011):

- a) Verificação de consumo de energia elétrica ativa mensal igual ou superior a 30MWh em, no mínimo, 3 (três) ciclos completos e consecutivos nos seis meses anteriores a opção; ou,
- b) Celebração de contrato de fornecimento fixando demanda contratada igual ou superior a 150 kW.

### **2.3.3 Modalidades Tarifárias**

A estrutura tarifária pode ser definida como o conjunto de tarifas que são aplicáveis aos componentes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência ativa, de acordo o modelado tarifário contratado para fornecimento.



As tarifas vigentes no Brasil, aplicadas ao Grupo A são divididas em três modalidades de fornecimento, relacionadas a seguir: Sistema tarifário Convencional; Sistema tarifário horo-sazonal Verde; Sistema tarifário horo-sazonal Azul (PROCEL, 2011).

- a) **Sistema Tarifário Convencional:** Para se enquadrar neste modelo tarifário necessita-se de um contrato específico com a concessionária da região, em que fima-se um contrato de um único valor para a demanda que seja necessária para o atendimento do contratante, essa demanda independe do horário do dia, seja para ponta ou fora de ponta ou período do ano, seco ou úmido. Podem ser enquadrados neste modelo tarifário consumidores do Grupo A, sub-grupos A3a, A4 ou AS, quando sua demanda contratada não for superior a 300 kW, desde que não tenham ocorrido, nos 11 meses anteriores, 3 (três) registros consecutivos ou 6 (seis) registros alternados de demanda superior a 300 kW (PROCEL, 2011).
- b) **Sistema Tarifário Horo-Sazonal Verde:** Este modelo tarifário é aplicável apenas para consumidores do Grupo A, sub-grupos A3a, A4 e AS. Neste modelo há a necessidade de contrato específico junto a concessionária, no qual firma-se contrato da demanda pretendida pelo consumidor (Demanda Contratada), independentemente da hora do dia, seja ponta ou fora de ponta. Apesar de não estar claramente descrito na Resolução 456, ela permite que sejam contratados dois valores diferentes de demanda, um para o período seco e outro para o período úmido. O faturamento de energia dos consumidores é composto pela soma de parcelas referentes ao consumo (na ponta e fora dela), demanda e ultrapassagem (PROCEL, 2011).
- c) **Sistema Tarifário Horo-Sazonal Azul:** Este modelo tarifário é obrigatório para consumidores que façam parte dos sub-grupos A1, A2 ou A3, é obrigatório, sendo opcional para os subgrupos A3a, A4 e AS. Para o modelo tarifário Horo-Sazonal Azul é necessário firmar contrato específico com a concessionária, fazendo o acordo de valor da demanda pretendida pelo consumidor no horário de ponta e o valor pretendido fora de ponta. Apesar de não estar claramente descrito na Resolução 456 ela permite que sejam



contratados dois valores diferentes de demanda, um para o período seco e outro para o período úmido. O faturamento de energia dos consumidores é composto pela soma de parcelas referentes ao consumo e demanda e, em caso de ultrapassagem, será cobrado o excedente (PROCEL, 2011).

## 2.4 MEDIDAS DA FATURA DE ENERGIA

Para entender melhor as medidas da fatura de energia elétrica, é importante conhecer os seguintes conceitos (SANTOS *et al.*, 2006):

- a) Energia ativa – Energia capaz de produzir trabalho. A unidade de medida usada é o quilowatt-hora (kWh)
- b) Energia reativa – Energia solicitada por alguns equipamentos elétricos, necessária à manutenção dos fluxos magnéticos e que não produz trabalho. A unidade de medida usada é o quilovolt-ampère reativo-hora (kVAh)
- c) Energia aparente – Energia resultante da soma das energias ativa e reativa. É aquela que a concessionária realmente fornece para o consumidor (kVA)
- d) Consumo – Quantidade total de energia utilizada pelo consumidor. A unidade de medida é o quilowatt-hora (kWh)
- e) Potência – Quantidade de energia solicitada na unidade de tempo. A unidade usada é o quilowatt (kW)
- f) Demanda – Potência média, medida por aparelho integrador, apurada durante qualquer intervalo de quinze minutos
- g) Demanda contratada – Demanda obrigatória e continuamente colocada à disposição do cliente, por parte da concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixado em contrato
- h) Carga instalada – Soma da potência de todos os aparelhos instalados nas dependências da unidade consumidora que, em qualquer momento, podem utilizar energia elétrica da concessionária
- i) Fator de carga – Relação entre a demanda média e a demanda máxima ocorrida no período definido
- j) Fator de potência (FP) – Relação entre energia ativa e reativa horária, a partir de leituras dos respectivos aparelhos de medição



- k) Tarifa de demanda – Valor, em reais, do kW de demanda em determinado segmento horo- sazonal
- l) Tarifa de consumo – Valor, em reais, do kWh ou MWh de energia utilizada em determinado segmento horo-sazonal
- m) Tarifa de ultrapassagem – Tarifa a ser aplicada ao valor de demanda registrada que supera o valor da demanda contratada, respeitada a tolerância.

## 2.5 NORMA ISO ABNT 50001

Publicada no Brasil no ano de 2011, com sua última revisão em 2018, a ABNT NBR ISO 50001 – “Sistemas de gestão da energia – requisitos com orientações para uso” tem o objetivo de preparar as organizações com base em critérios que visam melhorar o desempenho energético, incluindo eficiência energética, uso e consumo final, através de ações e objetivos a serem alcançados dentro de padrões estabelecidos (ABNT ISO 50001, 2018).

Aplicar o Sistema de Gestão da Energia (SGE) a fim de reduzir os gastos não depende do tipo, tamanho, condição geográfica, cultural ou social das organizações. Com ampla possibilidade de aplicação, a ISO 50001 tem o intuito de promover a redução dos custos e dos impactos ambientais relacionados ao uso da energia elétrica (ABNT ISO 50001, 2018).

A gestão da energia elétrica caracteriza-se por atividades de medidas, monitoramento, controle e aperfeiçoamento sistemático de modelos a fim de reduzir o desperdício de energia. Iniciativas de eficiência energética cada vez mais tem colocado países e organizações no caminho do cumprimento de objetivos ambientais, sociais ou econômicos. Os padrões nacionais ou internacionais definem critérios para facilitar o processo de implementação de um sistema de gestão dentro de uma organização (LASKURAIN; HERAS-SAIZARBITORIA; CASADESÚS, 2015).

Os padrões internacionais são a princípio de caráter voluntário, podendo serem aderidos tanto por organizações públicas, como particulares de todo o mundo, mas muitas vezes são incluídos na legislação, tornando-se obrigatórios. Os países buscam assim, promover a igualdade dos requisitos seguidos em todo o mundo, facilitando o comércio de bens, serviços e tecnologia (DU PLESSIS, 2015).

### 2.5.1 Requisitos

A ISO 50001 baseia-se no uso da ferramenta de gestão conhecida por PDCA. A gestão da energia elétrica é incorporada a rotina diária da organização:

- a) Plan (Planejar): Realizar revisão energética para determinar uma linha de base, indicadores de desempenho, objetivos, metas e planos de ação alinhados na busca por melhoria do desempenho energético conforme a política estabelecida pela organização;
- b) Do (Fazer): Executar os planos de ação de gestão da energia;
- c) Check (Verificar): Medir e acompanhar os processos e características que determinam o desempenho energético alinhados à política e objetivos;
- d) Act (Agir): Atitudes para melhorar de forma contínua o desempenho do SGE. Além do cumprimento das condições gerais são exigidos outros requisitos, sintetizados a seguir (ABNT ISO 50001, 2018).

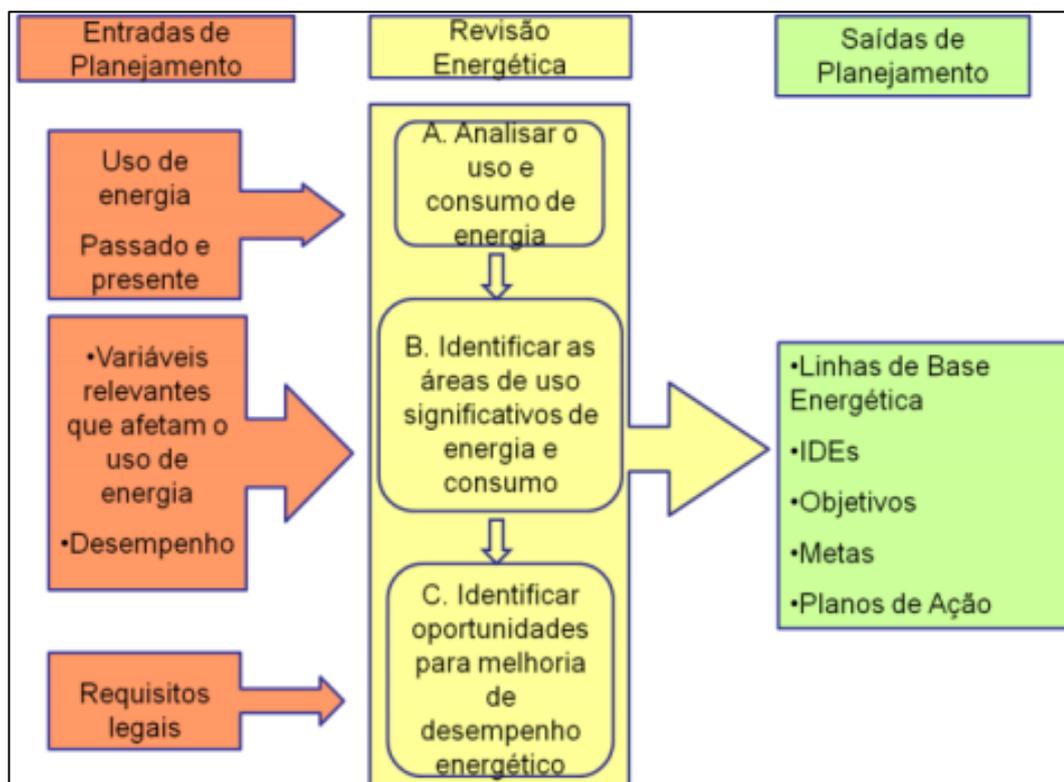
Além do cumprimento das condições gerais são exigidos outros requisitos, sintetizados a seguir:

- a) Responsabilidade da alta direção: Demonstrar o seu comprometimento e responsabilidade no apoio ao SGE, definir a política energética, designar uma equipe e representante de gestão de energia;
- b) Política energética: Compromisso da organização para melhoria contínua dos desempenhos energéticos, sendo o propulsor do SGE;
- c) Planejamento energético: O processo deve ser documentado e de acordo com a política energética, com atividades que visam a melhoria contínua do desempenho energético;
- d) Implementação e Operação: Requer a sensibilização e formação pessoal, além de estabelecer o processo de comunicação dos resultados do SGE, definir um plano de gestão da documentação que garanta e controle a os documentos

- produzidos dentro do SGE;
- e) Verificação: A organização deverá garantir que as características que determinam o desempenho energético sejam monitorados e analisados de forma periódica.
- f) Revisão pela Gestão: A direção deverá rever o SGE em intervalos planejados. Entre as etapas do desenvolvimento do SGE, o planejamento energético corresponde à etapa “Planejar” do ciclo PDCA. Esta etapa é de extrema importância para a compreensão do desempenho energético da organização e fornece as bases para desenvolver um SGE (ABNT ISO 50001, 2018).

A Figura 1 mostra o processo de concepção para realizar o planejamento energético.

**Figura 1 - Processo de concepção do planejamento energético**



Fonte: Adaptado de ABNT ISO 50001 (2018).

A análise dos dados de energia juntamente com outras informações sobre o



uso e consumo de energia são fundamentais para desenvolver ações conscientes de melhoria do desempenho energético (ABNT ISO 50001, 2018).

### 3 DESENVOLVIMENTO

Nesta etapa serão apresentados todos os resultados obtidos no desenvolvimento deste trabalho.

#### 3.1 FATOR DE CARGA

A instalação é faturada no grupo “A4” pelo modelo tarifário horário verde com uma demanda contratada de 100 kW. A Tabela 1 mostra os dados referentes ao consumo de energia levando-se como base o ano de 2019:

**Tabela 1 - Fator de Carga 2019**

Mês	Demanda Máxima (kW)		Consumo (kWh)		Fator de Carga	
	Ponta	Fora de Ponta	Ponta	Fora de Ponta	Ponta	Fora de Ponta
Jan	25,25	130,41	771,84	25.141,64	0,463	0,296
Fev	21,32	124,67	604,59	27.401,32	0,430	0,338
Mar	30,53	95,84	823,23	20.168,21	0,409	0,323
Abr	32,99	69,01	1.045,00	19.196,00	0,480	0,427
Mai	62,12	115,39	1.203,67	22.676,26	0,294	0,302
Jun	44,01	103,12	1.139,73	16.897,21	0,392	0,252
Jul	33,06	94,52	1.121,90	15.594,33	0,514	0,253
Ago	41,72	80,22	1.187,16	14.195,10	0,431	0,272
Set	28,27	83,18	867,60	11.771,67	0,465	0,217
Out	30,11	98,2	941,01	15.549,92	0,474	0,243
Nov	42,83	121,95	1.250,50	21.404,57	0,442	0,270
Dez	87,24	117,75	1.804,36	25.891,59	0,313	0,338

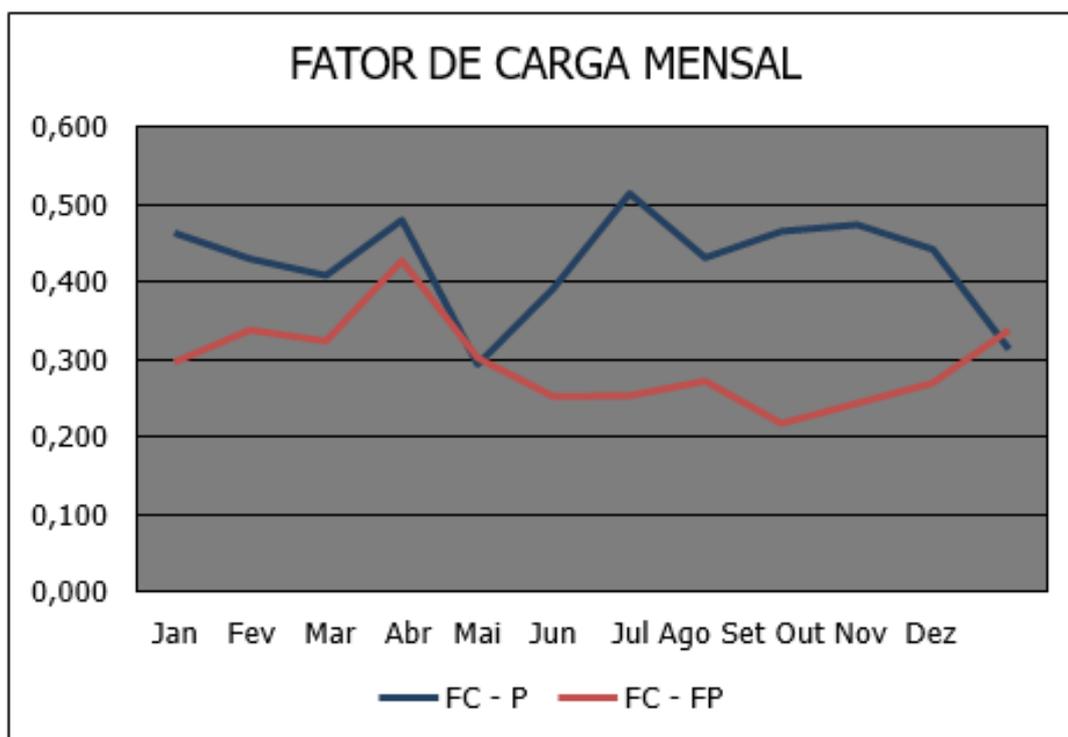
Fonte: Faturas de Energia (2019).



O valor do fator de carga varia entre 0 e 1, e quanto mais próximo de 1, mais uniforme é o consumo de energia. Podemos dizer que este índice é também a razão entre a demanda média pela demanda máxima medida. Com base nos resultados do gráfico (Gráfico 1), vemos que o FC na Ponta, se manteve próximo a 0,5 na maior parte do ano, já Fora de Ponta os resultados são ainda mais insatisfatórios, pois maior parte do ano, ficou abaixo de 0,4.

Fatores que potencializam fatores de cargas baixos estão relacionados com a concentração de cargas em determinados períodos, como por exemplo, equipamentos que operam a plena carga somente em alguns períodos do dia, sendo utilizados com carga reduzida ou desligados em outros períodos, ou também, cargas de grande porte ligadas simultaneamente ou também curtos – circuitos.

Gráfico 1 - Fator de Carga 2019



Fonte: Os Autores (2019).

### 3.2 ANÁLISE DA FATURA DE ENERGIA ELÉTRICA

A Figura 2 mostra a fatura de energia da indústria estudada, a qual se refere ao mês de Janeiro de 2020.



Figura 2 - Fatura de energia Jan/2020

Celesc Distribuicao S.A.		NOTA FISCAL/CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA - SÉRIE ÚNICA																																																																		
Av Itamarajé, 160 - Florianópolis CNPJ: 08.336.783/0001-90 Insc.Est.: 255286628		COD FISCAL OP: 5.257 5.949 GRUPO A4 01/2020 - 000.019.664.753 EMISSÃO: 10/01/2020 FAT-01-20205621424055-78 APRESENTAÇÃO: 17/01/2020 REFERÊNCIA: 01/2020																																																																		
<b>HAHNTEL S A</b> CPJ 01.533.865/0001-86 LOCAL: 0301 ETAPA/LIVRO: 65/021798 R D FRANCISCA, 8300 - BLB MOD1 ZONA IND NORTE -JVE - JOINVILLE - SC - 89219-600 RESERVADO AO FISCO PERÍODO FISCAL: 10/01/2020 <b>B4F6.D914.030D.D757.CC7B.54D1.2706.4EC8</b>		<b>Nº DA UNIDADE CONSUMIDORA</b> <b>27199690</b>	<b>VENCIMENTO</b> <b>24/01/2020</b>																																																																	
		<b>ATENDIMENTO AO CLIENTE</b> <b>LIGUE</b> <b>0800 480120</b>	<b>CONSUMO TOTAL FATURADO</b> <b>27.696 kWh</b>																																																																	
			<b>VALOR ATÉ O VENCIMENTO</b> <b>R\$ 17.836,29</b>																																																																	
<b>DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA / FATURAMENTO / FORNECIMENTO</b> COMERCIAL, SERVICOS, OUTRAS ATIVIDADES / MOD TARIFARIA HORA		<b>Dados do Faturamento</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Faturado</th> <th>Tarifa (R\$)</th> <th>Valor (R\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consumo Ponta</td> <td>1.804</td> <td>1,899927</td> <td>3.067,28</td> </tr> <tr> <td>Consumo Fora Ponta</td> <td>25.892</td> <td>0,430211</td> <td>11.138,85</td> </tr> <tr> <td>Energia Reat Exc P</td> <td>34</td> <td>0,347036</td> <td>11,65</td> </tr> <tr> <td>Energia Reat Exc Fp</td> <td>505</td> <td>0,347332</td> <td>175,34</td> </tr> <tr> <td>Demanda</td> <td>118</td> <td>18,278726</td> <td>2.152,32</td> </tr> <tr> <td>Demanda Ultrap.09/01/20 14:00</td> <td>18</td> <td>36,557746</td> <td>648,90</td> </tr> <tr> <td>Adic Band. Amarela</td> <td></td> <td></td> <td>522,17</td> </tr> <tr> <td><b>Subtotal (R\$)</b></td> <td></td> <td></td> <td><b>17.716,51</b></td> </tr> </tbody> </table>		Faturado	Tarifa (R\$)	Valor (R\$)	Consumo Ponta	1.804	1,899927	3.067,28	Consumo Fora Ponta	25.892	0,430211	11.138,85	Energia Reat Exc P	34	0,347036	11,65	Energia Reat Exc Fp	505	0,347332	175,34	Demanda	118	18,278726	2.152,32	Demanda Ultrap.09/01/20 14:00	18	36,557746	648,90	Adic Band. Amarela			522,17	<b>Subtotal (R\$)</b>			<b>17.716,51</b>																													
	Faturado	Tarifa (R\$)	Valor (R\$)																																																																	
Consumo Ponta	1.804	1,899927	3.067,28																																																																	
Consumo Fora Ponta	25.892	0,430211	11.138,85																																																																	
Energia Reat Exc P	34	0,347036	11,65																																																																	
Energia Reat Exc Fp	505	0,347332	175,34																																																																	
Demanda	118	18,278726	2.152,32																																																																	
Demanda Ultrap.09/01/20 14:00	18	36,557746	648,90																																																																	
Adic Band. Amarela			522,17																																																																	
<b>Subtotal (R\$)</b>			<b>17.716,51</b>																																																																	
<b>CONTRATO DE FORNECIMENTO</b> PERÍODO: TODOS DEMANDA PONTA (kW): 100 CONSUMO PONTA (kWh): DEMANDA FORA PONTA (kW): 0 CONSUMO FORA PONTA (kWh): RESERVA CAP.F. PONTA (kW): RESERVA CAP. PONTA (kW):		<b>DADOS DA MEDIÇÃO - CONSUMO REGISTRADO NO MÊS</b>																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>EQUIPAMENTO</th> <th>LEITURA</th> <th>GRANDEZA</th> <th>CONSTANTE DE FATURAMENTO</th> <th>MEDIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>42121324</td> <td>ATUAL ANTERIOR</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CNP</td> <td>5472967 5362945</td> <td>kWh PT</td> <td>0,0160</td> <td>1804,36</td> </tr> <tr> <td>CNF</td> <td>98148308 96569552</td> <td>kWh FP</td> <td>0,0160</td> <td>25891,59</td> </tr> <tr> <td>DNP</td> <td>1330 590</td> <td>kW PT</td> <td>0,0640</td> <td>87,24</td> </tr> <tr> <td>DNF</td> <td>1795 1534</td> <td>kW FP</td> <td>0,0640</td> <td>117,75</td> </tr> <tr> <td>DEP</td> <td>55863 54533</td> <td>kW PT</td> <td>0,0640</td> <td>87,24</td> </tr> <tr> <td>DFF</td> <td>130532 128737</td> <td>kW FP</td> <td>0,0640</td> <td>117,75</td> </tr> <tr> <td>UFO</td> <td>38389 36342</td> <td>kWh PT</td> <td>0,0160</td> <td>33,57</td> </tr> <tr> <td>UFF</td> <td>1989955 1959173</td> <td>kWh FP</td> <td>0,0160</td> <td>504,82</td> </tr> <tr> <td>DMP</td> <td>203244 197872</td> <td>kW PT</td> <td>0,0160</td> <td>88,10</td> </tr> <tr> <td>DMF</td> <td>511510 504509</td> <td>kW FP</td> <td>0,0160</td> <td>114,81</td> </tr> <tr> <td>ERA</td> <td>38709980 38051401</td> <td>kVArh TP</td> <td>0,0160</td> <td>10800,69</td> </tr> </tbody> </table>		EQUIPAMENTO	LEITURA	GRANDEZA	CONSTANTE DE FATURAMENTO	MEDIDO	42121324	ATUAL ANTERIOR				CNP	5472967 5362945	kWh PT	0,0160	1804,36	CNF	98148308 96569552	kWh FP	0,0160	25891,59	DNP	1330 590	kW PT	0,0640	87,24	DNF	1795 1534	kW FP	0,0640	117,75	DEP	55863 54533	kW PT	0,0640	87,24	DFF	130532 128737	kW FP	0,0640	117,75	UFO	38389 36342	kWh PT	0,0160	33,57	UFF	1989955 1959173	kWh FP	0,0160	504,82	DMP	203244 197872	kW PT	0,0160	88,10	DMF	511510 504509	kW FP	0,0160	114,81	ERA	38709980 38051401	kVArh TP	0,0160	10800,69	<b> Lançamentos e Serviços</b> Cosip 119,78 <b>Subtotal (R\$)</b> 119,78	
EQUIPAMENTO	LEITURA	GRANDEZA	CONSTANTE DE FATURAMENTO	MEDIDO																																																																
42121324	ATUAL ANTERIOR																																																																			
CNP	5472967 5362945	kWh PT	0,0160	1804,36																																																																
CNF	98148308 96569552	kWh FP	0,0160	25891,59																																																																
DNP	1330 590	kW PT	0,0640	87,24																																																																
DNF	1795 1534	kW FP	0,0640	117,75																																																																
DEP	55863 54533	kW PT	0,0640	87,24																																																																
DFF	130532 128737	kW FP	0,0640	117,75																																																																
UFO	38389 36342	kWh PT	0,0160	33,57																																																																
UFF	1989955 1959173	kWh FP	0,0160	504,82																																																																
DMP	203244 197872	kW PT	0,0160	88,10																																																																
DMF	511510 504509	kW FP	0,0160	114,81																																																																
ERA	38709980 38051401	kVArh TP	0,0160	10800,69																																																																

Fonte: Fatura de Energia (2020).

Através da fatura de energia (Figura 2), pode-se extrair algumas informações importantes, como:

- Modalidade tarifária: Grupo A4 (2,3 a 25 kV);
- Modelo Tarifário: Tarifa Horária Verde;
- Demanda Contratada: 100 kW;
- Fator de Potência Médio: 0,93;
- Perdas de Transformação (%): 2,5;
- Bandeira Tarifária: Amarela;
- Leitura Anterior: 10/12/2019;
- Leitura Atual: 10/01/2020;
- Dias Faturados: 31.

Existe mais de uma opção tarifária quando se fala de faturas de energia de média/alta tensão. Através de uma análise crítica é possível indicar qual das opções



tarifárias é a mais vantajosa, e lógico, também é possível dizer o impacto financeiro que a mudança irá trazer caso seja benéfica.

Além de analisar a melhor opção tarifária, para um melhor gerenciamento de energia é de extrema importância conhecer todas informações presentes na fatura de energia, pois através dessas informações é possível indentificar diversos outros pontos que podem ser melhorados no sistema para ter um consumo de energia reduzido e por consequência economia de custos.

### 3.3 ANÁLISE DE CONSUMO FATURADO

Um passo importante no gerenciamento de energia é verificar se os valores cobrados na fatura de energia estão realmente corretos. Para isso, é possível realizar os cálculos de cada dado de medição, utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{Medido} = (\text{Leitura Atual} - \text{Leitura Anterior}) \times \text{Constante de Faturamento} \quad (01)$$

As informações utilizadas para os cálculos são mostradas na Figura 3 que toma como referência o faturamento de energia elétrica do mês de janeiro/2020.



Figura 3 - Dados de faturamento Jan/2020

RESERVADO AO FISCO		PERÍODO FISCAL: 10/01/2020			
<b>B4F6.D914.030D.D757.CC7B.54D1.2706.4EC8</b>					
<b>DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA / FATURAMENTO / FORNECIMENTO</b> COMERCIAL, SERVICOS, OUTRAS ATIVIDADES / MOD TARIFARIA HORA					
<b>CONTRATO DE FORNECIMENTO</b>		<b>PERÍODO: TODOS</b>			
DEMANDA PONTA (kW):	100	CONSUMO PONTA (kWh):			
DEMANDA FORA PONTA (kW):	0	CONSUMO FORA PONTA (kWh):			
RESERVA CAP.F. PONTA (kW):		RESERVA CAP. PONTA (kW):			
<b>DADOS DA MEDIÇÃO - CONSUMO REGISTRADO NO MÊS</b>					
EQUIPAMENTO	LEITURA		GRANDEZA	CONSTANTE DE FATURAMENTO	MEDIDO
42121324	ATUAL	ANTERIOR			
CNP	5472967	5362945	kWh PT	0,0160	1804,38
CNF	98148308	96569552	kWh FP	0,0160	25891,59
DNP	1330	590	kW PT	0,0640	87,24
DNF	1795	1534	kW FP	0,0640	117,75
DEP	55863	54533	kW PT	0,0640	87,24
DFP	130532	128737	kW FP	0,0640	117,75
UFO	38389	36342	kWh PT	0,0160	33,57
UFF	1989955	1959173	kWh FP	0,0160	504,82
DMP	203244	197872	kW PT	0,0160	88,10
DMF	511510	504509	kW FP	0,0160	114,81
ERA	38709980	38051401	kVArh TP	0,0160	10800,69

Fonte: Fatura de Energia (2020).

Tendo como base a fórmula para o cálculo (Fórmula 01) foi possível chegar nos valores abaixo de faturamento abaixo:

1. Energia ativa consumida em horário de ponta (CNP):

$$EEAM (P) = (5472967 - 5362945) * 0,0160 = 1760,35 \text{ kWh}$$

2. Energia ativa consumida em fora de ponta (CNF):

$$EEAM (FP) = (98148308 - 96569552) * 0,0160 = 25260,10 \text{ kWh}$$

3. Demanda em horário de ponta (DNP):

$$\text{Demanda (P)} = 1130 * 0,0640 = 72,37 \text{ kW}$$

4. Demanda em horário fora de ponta (DNF):

$$\text{Demanda (FP)} = 1795 * 0,0640 = 114,88 \text{ kW}$$

5. Demanda em horário de ponta – acumulado controle (DEP):



$$\text{Demanda (P)} = (55863 - 54533) * 0,0640 = 85,12 \text{ kW}$$

- 6.** Demanda em horário fora de ponta – acumulado controle (DFP)

$$\text{Demanda (FP)} = (130532 - 128737) * 0,0640 = 114,88 \text{ kW}$$

- 7.** Energia reativa horário de ponta (UFO):

$$\text{EEAM (P)} = (38389 - 36342) * 0,0160 = 32,752 \text{ kWh}$$

- 8.** Energia reativa horário fora de ponta (UFF):

$$\text{EEAM (FP)} = (1989955 - 1959173) * 0,0160 = 492,51 \text{ kWh}$$

- 9.** Demanda reativa horário ponta (DMP):

$$\text{Demanda Reativa (P)} = (203244 - 197872) * 0,0160 = 85,95 \text{ kW}$$

- 10.** Demanda reativa horário fora de ponta (DMF):

$$\text{Demanda Reativa (FP)} = (5111510 - 504509) * 0,0160 = 112,02 \text{ kW}$$

- 11.** Energia reativa hora (ERA):

$$\text{ERA} = (38709980 - 38051401) * 0,0160 = 10537,26 \text{ kVArh}$$

Através dos resultados obtidos pelos cálculos, elaborou-se a Tabela 2:



**Tabela 2 - Faturamento de energia calculado Jan/2020**

TIPO	DADOS FATURA			CÁLCULADO	DADO FATURA	
	ATUAL	ANTERIOR	CONSTANTE DE FAT.	FATURADO	MEDIDO	DIFERENÇA
CNP	5472967	5362945	0,016	1760,35 kWh	1804,36 kWh	44,008 kWh
CNF	98148308	96569552	0,016	25260,10 kWh	25891,59 kWh	631,494 kWh
DNP	1330	590	0,064	85,12 kW	87,24 kW	2,12 kW
DNF	1795	1534	0,064	114,88 kW	117,25 kW	2,37 kW
DEP	55863	54533	0,064	85,12 kW	87,24 kW	2,12 kW
DFP	130532	128737	0,064	114,88 kW	117,75 kW	2,87 kW
UFO	38389	36342	0,016	32,75 kWh	33,57 kWh	0,818 kWh
UFF	1989955	1959173	0,016	492,51 kWh	504,84 kWh	12,328 kWh
DMP	203244	197872	0,016	85,95 kW	88,10 kW	2,148 kW
DMF	511510	504509	0,016	112,02 kW	114,81 kW	2,794 kW
ERA	38709980	38051401	0,016	10537,26 kVArh	10800,69 kVArh	263,426 kVArh

Fonte: Os Autores (2020).

Através dos cálculos realizados, é possível notar que há uma diferença entre o cálculo de faturamento com o valor medido que aparece na fatura de energia. Esta diferença é considerada muito significativa, sendo 688,64 kWh de diferença.

### 3.4 ANÁLISE DE CUSTO DE FATURAMENTO

A partir dos cálculos de faturamento é possível realizar os cálculos monetários para fechamento da fatura, para então poder analisar a cobrança total excedente na fatura analisada. Na Tabela 3, pode-se verificar a análise feita com base no mês de Janeiro/2020.



Tabela 3 - Faturamento calculado Jan/2020

DADOS DO FATURAMENTO	FATURADO	TARIFA	VALOR (R\$)
Consumo de Ponta	1760,35	1,699927	R\$ 2.992,47
Consumo Fora de Ponta	25260,1	0,430211	R\$ 10.867,17
Energia Reativa Exc. P	32,75	0,347036	R\$ 11,37
Energia Reativa Exc. FP	492,51	0,347332	R\$ 171,06
Demanda	118	18,278726	R\$ 2.156,89
Demanda Ultrapassada	18	36,557746	R\$ 658,04
Adic. Bandeira Amarela	-	-	R\$ 522,17
Cosip	-	-	R\$ 119,78

Fonte: Os Autores (2020).

Realizando a soma de todos dados de faturamento o valor final é de R\$ 17.498,95, já incluindo todos impostos. Na figura 4, é possível verificar os valores que contam na fatura do mês de referência.

Figura 4 - Faturamento real Jan/2020

Dados do Faturamento	Faturado	Tarifa (R\$)	Valor (R\$)
Consumo Ponta	1.804	1,699927	3.087,28
Consumo Fora Ponta	25.892	0,430211	11.138,85
Energia Reat Exc P	34	0,347036	11,65
Energia Reat Exc Fp	505	0,347332	175,34
Demanda	118	18,278726	2.152,32
Demanda Ultrap.09/01/20 14:00	18	36,557746	648,90
Adic Band. Amarela			522,17
<b>Subtotal (R\$)</b>			<b>17.716,61</b>
<b>Lançamentos e Serviços</b>			
Cosip			119,78
<b>Subtotal (R\$)</b>			<b>119,78</b>

Fonte: Fatura de Energia (2020).

Fazendo a comparação entre o valor calculado e o cobrado, é possível determinar qual a diferença entre os valores.

$$\text{Diferença} = (\text{Faturado Celesc} - \text{Faturado Calculado}) \quad (02)$$

$$\text{Diferença} = 17.836,29 - 17.498,95$$

$$\text{Diferença} = \text{R\$ } 337,34$$



Analisando o resultado do faturamento do mês de janeiro/2020, realizou o mesmo procedimento para o 1º trimestre de 2020, e a diferença encontrada de faturamento é mostrada na Tabela 4.

**Tabela 4 - Faturamento 1º trimestre de 2020**

Mês	Calculado	Cobrado	Diferença
Janeiro	R\$ 17.498,95	R\$ 17.836,29	R\$ 337,34
Fevereiro	R\$ 19.487,50	R\$ 19.875,72	R\$ 388,22
Março	R\$ 15.496,42	R\$ 15.787,80	R\$ 291,38

Fonte: Os Autores (2020).

Realizando a soma de faturamento excedente, comprova-se uma diferença de cobrança de R\$ 1.016,93.

### 3.5 ANÁLISE DE REQUISITOS ISO 50001

Através do checklist sistêmico conforme os requisitos da ISO 50001 realizado e aplicado na organização, foi possível verificar que os requisitos em sua totalidade não são atendidos, devido a este sistema de gestão ainda não estar aplicado. De acordo com o diagnóstico do sistema de gestão energia comparado aos requisitos da Norma ISO 50001, detectou-se diversos requisitos não conformes, conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Avaliação de requisitos ISO 50001

			CONFORME	NÃO CONFORME
<b>Requisitos Gerais</b>	4.1	Requisitos gerais		X
	4.2	Responsabilidades da gestão		X
	4.2.1	Geral		X
	4.2.2	Funções, responsabilidades e autoridade		X
	4.3	Política de energia		X
<b>Planejar (P)</b>	4.4	Planejamento energético		
	4.4.1	Generalidades		X
	4.4.2	Requisitos legais e outros		X
	4.4.3	Análise crítica de energia	X	
	4.4.4	Base de energia		X
	4.4.5	Indicadores de desempenho de energia		X
	4.4.6	Objetivos, metas e planos de ação		X
<b>Executar (D)</b>	4.5	Implantação e operação		
	4.5.1	Generalidades		X
	4.5.2	Competência, treinamentos e conhecimento		X
	4.5.3	Documentação		X
	4.5.3.1	Requisitos de documentação		X
	4.5.3.2	Controle de documentos		X
	4.5.4	Controle operacional		X
	4.5.5	Comunicação		X
	4.5.6	Projeto		X
	4.5.7	Aquisição de serviços de energia, produtos, equipamentos...		X
<b>Verificar (C)</b>	4.6	Desempenho de verificação		
	4.6.1	Monitoramento, medida e análise		X
	4.6.2	Avaliação de conformidade		X
	4.6.3	Auditoria interna do Sistema de Gestão de Energia		X
	4.6.4	Não conformidades, correções, ação corretiva e preventiva		X
	4.6.5	Controle de registros		X
<b>Atuar (A)</b>	4.7	Revisão de gestão		
	4.7.1	Generalidades		X
	4.7.2	Entradas à revisão de gestão		X
	4.7.3	Saída da revisão de gestão		X

Fonte: Os Autores (2021).



Devido a não implantação de um Sistema de Gestão de Energia na companhia, obteve-se quase em sua totalidade os requisitos não conformes. Para que os requisitos possam estar de acordo com o que diz a ISO 50001, será necessário primeiramente criar uma política de energia, para então criar um planejamento energético com os objetivos, metas a serem atingidos e indicadores de controle.

A partir do momento em que se estabelece o planejamento energético, é necessário realizar a execução, que compreende toda parte documental e treinamento de pessoal ou até mesmo novas aquisições para um melhor desempenho energético.

### 3.6 IMPLANTAÇÃO DE FERRAMENTA DE GESTÃO DE ENERGIA

Gerenciar o consumo de energia é uma forma inteligente de reduzir e controlar os custos com energia elétrica em uma empresa, trazendo eficiência energética e aumentando a competitividade do negócio e sua sustentabilidade no mercado. Para tanto é necessário de alguma forma realizar este controle energético.

Sendo assim foi elaborado e implantado um simulador para gerenciar o consumo mensal e anual da organização, podendo então ter maior clareza dos pontos de melhoria na gestão do consumo e readequações tarifárias.

Para que a ferramenta possa ser utilizada facilmente por qualquer colaborador que faça seu gerenciamento, a primeira aba contém as orientações gerais de utilização (Figura 5).

**Figura 5 – Orientações de utilização do simulador**

PLANILHA PARA SIMULAÇÃO DO CUSTO DA FATURA COM BASE EM VALORES DA TARIFA	
Etapas	Orientações básicas
1	Na coluna "Valor Tarifa" inserir as tarifas da concessionária local.
2	Nas colunas quantidade consumida inserir os dados de consumo.
3	Não preencher as células "pintadas", pois as mesmas contém fórmulas
4	Leia os Comentários constantes em algumas células, pois eles fornecem orientações adicionais
5	Caso utilize os valores sem impostos então calcule a parte o custo desses impostos e some ao resultado do simulador, se quiser conferir com os valores reais cobrados.
6	Os valores das Bandeiras Tarifárias e da Iluminação Públicas, devem ser somados à parte, se desejado, porém não influenciam na análise do melhor enquadramento tarifário.
7	Os tributos (Pis / Cofins / ICMS) podem ser consultado no site da concessionária de energia: <a href="https://www.celesc.com.br/tarifas-de-energia#tributos">https://www.celesc.com.br/tarifas-de-energia#tributos</a>

Fonte: Os Autores (2021).



Um ponto importante é realizar a análise mensal de faturamento, o que pode ser feito com o simulador, utilizando a aba de faturamento mensal conforme mostrado na Figura 6.

**Figura 6 – Simulador de faturamento mensal**

							Valores Adicionais	
*Demanda	14,6900000	21,6220194	X	105	=	2.262,53	641,95	R\$ 17.658,22
* Demanda Ultrap.	-	43,2440389	X	5	=	200,65		
* Ponta-P.Seco			X		=	0,00		
* Ponta- P.Úmido	1,2838800	1,8897262	X	1.475	=	2.788,24		
* F.Ponta- P.Seco			X		=	0,00		
* F.Ponta-P.Úmido	0,3335500	0,4909479	X	23.964	=	11.764,86		
							Cobrado	R\$ 17.836,29
							Diferença	R\$ 178,07

Fonte: Os Autores (2021).

O controle de faturamento mensal tem a finalidade de checar se os valores cobrados realmente estão corretos, sendo evidenciado uma diferença de R\$ 178,07 no valor cobrado versus valor calculado, isso tendo em vista uma única fatura de energia, com base no mês de Janeiro de 2021 .

Além do controle mensal, o simulador armazena as informações dentro do simulador anual (Figura 7), a fim de poder ser realizado outros estudos, como por exemplo aumento do consumo e demanda, e verificar se o enquadramento tarifário atual está adequado.

**Figura 7 – Simulador anual de consumo de energia**

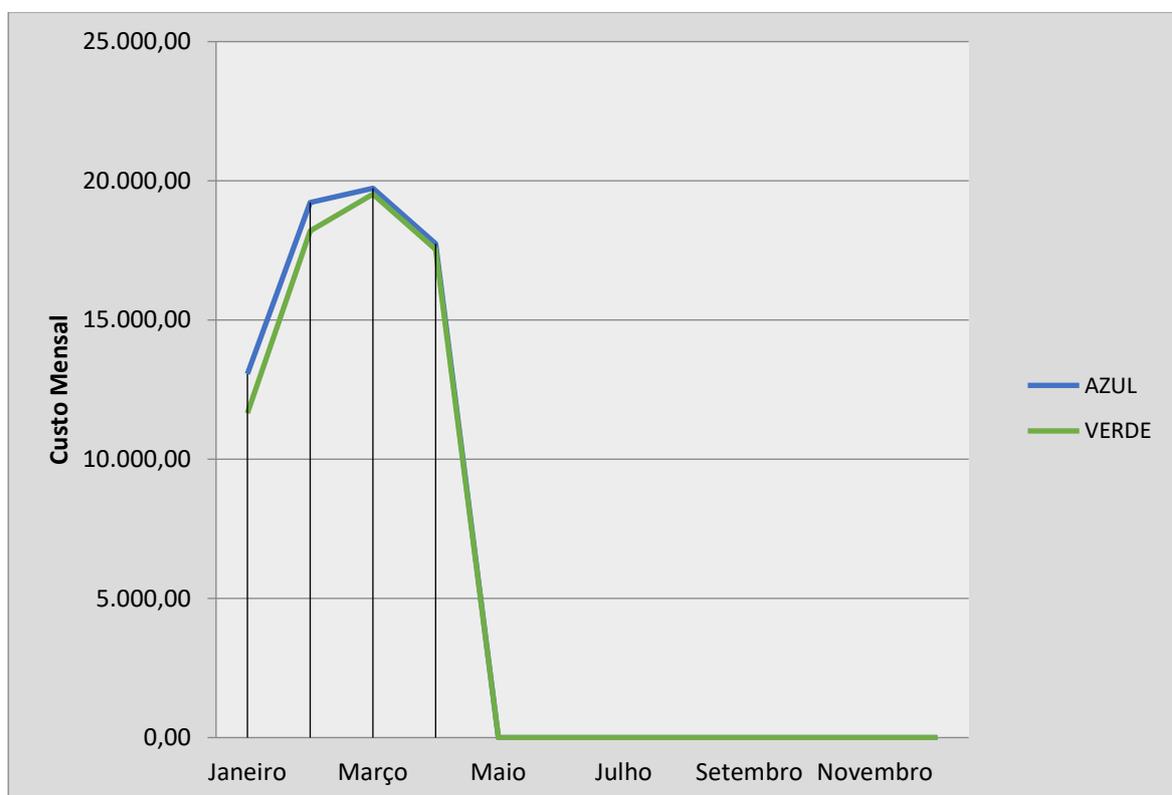
			CONSUMO / DEMANDA MENSAL												
			JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	
MODALIDADE TARIFÁRIA	Demanda/Consumo	Descrição	Quantidade consumida	Quantidade consumida	Quantidade consumida	Quantidade consumida	Quantidade consumida	Quantidade consumida	Quantidade consumida	Quantidade consumida	Quantidade consumida	Quantidade consumida	Quantidade consumida	Quantidade consumida	
VERDE	Demanda:	*Demanda	100	120	127	107	76	81							
		* Demanda Ultrap.	0	20	27	7									
	Consumo-R\$ kWh:	* Ponta-P.Seco					914	1.062							
		* Ponta- P.Úmido	760	1.142	1.492	1.512									
		* F.Ponta- P.Seco					17.695	14.471							
	* F.Ponta-P.Úmido	18034	26985	26073	24562										

Fonte: Os Autores (2021).

### 3.7 READEQUAÇÃO TARIFÁRIA

Tendo em vista que o Grupo A4 pode ser enquadrado em um dos dois modelos tarifários existentes para a categoria, o azul e o verde, foi realizado dentro do simulador um comparativo entre as modalidades, gerando um gráfico, conforme Gráfico 2 abaixo.

**Gráfico 2 – Simulador anual de consumo de energia**



Fonte: Os Autores (2021).

É possível através do Gráfico 1, verificar que o enquadramento tarifário atual é o adequado para a organização, sendo que ela tem sua operação apenas durante horário comercial. O modelo tarifário azul apesar de ter tarifa de ponta mais barato, é necessário ter a contratação de demandas para ponta e fora de ponta, o que torna inviável a modalidade.

Para a análise de demanda entre os meses de Janeiro a Maio de 2021 utilizou-se o simulador anual (Figura 8).

Figura 8 – Simulador anual de consumo de energia

MODALIDADE TARIFÁRIA	Demanda/Consumo	Descrição	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO
			Quantidade consumida				
VERDE	Demanda:	*Demanda	100	120	127	107	125
		* Demanda Ultrap.	5	20	27	7	25
	Consumo-R\$ KWh:	* Ponta-P.Seco					1.435
		* Ponta- P.Úmido	1.475	1.142	1.492	1.512	
		* F.Ponta- P.Seco					26.780
		* F.Ponta-P.Úmido	23964	26985	26073	24562	

Fonte: Os Autores (2021).

Atualmente a organização possui demanda contratada de 100 kW. Com o aumento produtivo no decorrer do último ano, também houve um grande crescimento no consumo de energia elétrica, com este aumento, é possível notar que a demanda de 100 kW, não seria a mais adequada.

Esta ultrapassagem de demanda contratada implica mensalmente uma cobrança do dobro do valor para a ultrapassagem. Para isso o simulador implantado auxiliou na readequação dessa demanda contratada para 120 kW, a qual entrará em vigor em Dezembro de 2021.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para se ter um melhor gerenciamento de energia, é fundamental estar atento a diversos fatores, um destes, o que estabelece a ISO 50001. Após a aplicação do Check List baseado nos pontos levantados pela Norma ABNT ISO 50001, no qual a organização em estudo não atendia na sua totalidade os requisitos, foi possível levantar-se todos os pontos de melhoria e colocá-los em prática, os novos resultados do plano de ação aplicado é mostrado na Tabela 6.

Tabela 6 - Avaliação geral de requisitos ISO 50001

			CONFORME	NÃO CONFORME
<b>Requisitos Gerais</b>	4.1	Requisitos gerais		X
	4.2	Responsabilidades da gestão		X
	4.2.1	Geral		X
	4.2.2	Funções, responsabilidades e autoridade		X
	4.3	Política de energia		X
<b>Planejar (P)</b>	4.4	Planejamento energético		X
	4.4.1	Generalidades		X
	4.4.2	Requisitos legais e outros		X
	4.4.3	Análise crítica de energia	X	
	4.4.4	Base de energia	X	
	4.4.5	Indicadores de desempenho de energia	X	
	4.4.6	Objetivos, metas e planos de ação	X	
<b>Executar (D)</b>	4.5	Implantação e operação	X	
	4.5.1	Generalidades		X
	4.5.2	Competência, treinamentos e conhecimento		X
	4.5.3	Documentação	X	
	4.5.3.1	Requisitos de documentação		X
	4.5.3.2	Controle de documentos	X	
	4.5.4	Controle operacional		X
	4.5.5	Comunicação		X
	4.5.6	Projeto		X
	4.5.7	Aquisição de serviços de energia, produtos, equipamentos...		X
<b>Verificar (C)</b>	4.6	Desempenho de verificação	X	
	4.6.1	Monitoramento, medida e análise	X	
	4.6.2	Avaliação de conformidade	X	
	4.6.3	Auditoria interna do Sistema de Gestão de Energia	X	
	4.6.4	Não conformidades, correções, ação corretiva e preventiva	X	
	4.6.5	Controle de registros	X	
<b>Atuar (A)</b>	4.7	Revisão de gestão	X	
	4.7.1	Generalidades		X
	4.7.2	Entradas à revisão de gestão		X
	4.7.3	Saída da revisão de gestão		X

Fonte: Os Autores (2021).



É possível observar o avanço que se obteve nos requisitos relacionados aos monitoramentos, análises de desempenho energético, análises críticas de energia e a gestão através de indicadores e ferramenta de gestão. Todas as ferramentas utilizadas na gestão mostram-se muito eficientes para se alcançar os objetivos do planejamento.

Pode-se exemplificar 2 requisitos da ISO 50001 que hoje são atendidos em sua totalidade pela organização. Um destes, mostrado pela Tabela 7, o qual trata-se exclusivamente sobre a análise crítica de energia.

**Tabela 7 - Análise crítica de energia - ISO 50001**

<b>4.4.3 – Análise crítica de energia</b>		
A. A organização já desenvolveu, registrou e mantém uma avaliação energética?		Sim
		Parcial
		Não
B. A metodologia e os critérios utilizados para desenvolver a avaliação energética foram documentos?		Sim
		Parcial
		Não
C. A utilização de energia foi analisada com base em medições e outra informação?		Sim
		Parcial
		Não
D. Já foram identificadas as áreas de consumo e uso significativo de energia?		Sim
		Parcial
		Não
E. As oportunidades para melhorar o desempenho energético foram identificadas, priorizadas e registradas?		Sim
		Parcial
		Não
F. A avaliação energética foi atualizada em intervalos definidos e em resposta a alterações significativas nas instalações, equipamentos, sistemas ou processos?		Sim
		Parcial
		Não

Fonte: Os Autores (2021).

Um ponto inicial muito importante para estabelecer um bom planejamento energético é justamente atender aos requisitos dispostos no Item 4.4.3 - Análise



Crítica de Energia (Tabela 7). Como foi apresentado no trabalho, foi realizado inicialmente toda a avaliação energética e feita sua documentação, utilizando medições e informações com base nos últimos 3 anos do faturamento de energia elétrica.

Sendo possível através dessa análise o levantamento das oportunidades para melhorar o desempenho energético.

Outro ponto importante após a análise crítica e implantação das melhorias propostas ao sistema de gerenciamento, é o controle do desempenho energético através de indicadores, o qual, também passou a ser atendido em sua totalidade, conforme mostra a Tabela 8.

**Tabela 8 – Indicadores de desempenho de energia - ISO 50001**

<b>4.4.5 – Indicadores de desempenho de energia</b>		
A. Já foram identificados indicadores de desempenho energético apropriados ao monitoramento e medição do desempenho energético?		Sim
		Parcial
		Não
B. Já foi desenvolvido (e regularmente revisto) um procedimento para desenvolver e rever os indicadores de desempenho energético?		Sim
		Parcial
		Não
C. Os indicadores de desempenho energético são revistos e comparados com a linha de base de energia regularmente.		Sim
		Parcial
		Não

Fonte: Os Autores (2021).

O controle dos indicadores de desempenho com base nas melhorias aplicadas ao gerenciamento de energia é muito importante, para que a organização possa mensurar seus ganhos com a aplicação e, ao mesmo tempo auxiliar na visão para a tomada de novas decisões que sejam necessárias.

Todos os demais requisitos da ISO 50001 foram avaliados e estão passando pelo processo de implementação, sendo possível após seu atendimento total, realizar sua aplicação e então receber a sua certificação.



## CONCLUSÃO

O problema do aumento crescente no consumo de energia no mundo pode ser mitigado através da adoção de sistemas de gestão de energia. Como consequência, benefícios na melhoria da gestão organizacional, redução no consumo e nos custos associados a energia e melhoria da imagem da organização são conquistados.

Através do levantamento das informações relacionadas com a revisão da literatura, bem como o estudo dos faturamentos de energia da empresa estudada, foi possível buscar diversas informações sobre consumo através de parâmetros presentes nas faturas de energia elétrica. Essas informações de consumo, serviram de base para as análises de curva de carga, demanda, enquadramento tarifário e custos excedentes, os quais estavam previstos como objetivos dessa primeira etapa.

É possível afirmar que realizar a análise da fatura de energia elétrica, é extremamente importante. Com este levantamento é possível propor uma melhor distribuição do consumo de energia no decorrer do dia de trabalho, haja visto que a curva de carga apresentou valores muito inferiores ao ideal, sendo necessário avaliar maneiras de correção. Além disso, com base nos cálculos é possível verificar a distorção nos faturamentos realizados pela concessionária e também que a demanda contratada não é a mais adequada, tendo em vista o atual consumo.

Com a implantação da ferramenta de gerenciamento e acompanhamento sistemático da unidade consumidora, pode-se afirmar que foram obtidos ganhos de eficiência, tendo em vista que foi possível propor novo contrato de demanda de energia, o que irá gerar economia mensal. A ferramenta se mostrou muito eficiente nas tomadas de decisões e mostra-se necessário manter seu uso para acompanhamento e novas tomadas de decisões necessárias.

As propostas de melhorias realizadas neste trabalho podem contribuir para o atendimento aos objetivos propostos para o Sistema de Gerenciamento de Energia da organização, seja pelas propostas de readequação de demanda, análises tarifárias mensais e anuais, e até mesmo conscientizações de funcionários para o uso consciente de energia.

Por fim, pode-se concluir que o gerenciamento de energia utilizando uma ferramenta adequada, que no caso deste trabalho utilizou-se além do PDCA aplicado



ao check list baseado em requisitos da ISO 50001 também o simulador de faturamento que foram muito efetivos

Por fim, pode-se concluir que a partir do diagnóstico energético para atendimento a NBR ISO 50001 a organização possui uma base de dados que possibilita implantar uma gestão energética abrangente baseada na melhoria contínua do uso e do consumo de energia, impulsionando a organização à realização de práticas de melhor gerenciamento de energia, que tenham consequências positivas com relação ao meio ambiente e que também impliquem na redução de custos para a empresa.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. AGÊNCIA BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA, **ABNT NBR ISO 50001**, 2018.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Tarifas Consumidores**. 2017. Fonte disponível em: <[https://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores/-/asset\\_publisher/zNaRBjCLDgbE/content/modalidade/654800](https://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores/-/asset_publisher/zNaRBjCLDgbE/content/modalidade/654800)>. Acesso em 12 de maio de 2020.

BATISTA, Oureste Elias. **Gestão energética industrial: uma abordagem frente à inteligência empresarial**. 2011. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

BEN. **Balanço Energético Nacional**, 2020. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br>> Acesso em: 12 de maio de 2021.

COPEL - Companhia Paranaense de Energia. **Manual de Eficiência Energética na Indústria**. Curitiba: COPEL, 2021.

DU PLESSIS, Willemien. **Energy efficiency and the law: A multidisciplinary approach**. South África. Pretoria, 2015 . Fonte disponível em: <[http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S003823532015000100008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003823532015000100008&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 08 outubro de 2020.

GODOI, José Maria Alves. **Eficiência energética industrial: um modelo de governança de energia para a indústria sob requisitos de sustentabilidade**. São Paulo: USP, 2011.

LASKURAIN, I.; HERAS-SAZARBITORIA, I.; CASADESÚS, M. **Fostering renewable energy sources by standards for environmental and energy management**. 2015.

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custos**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

PARK, Cheol-woo et al. **Energy Consumption Reduction Technology in Manufacturing – A Selective Review of Policies, Standards, and Research**. International Journal Of Precision Engineering And Manufacturing. Korea do Sul. 2009. Fonte disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12541-009-0107-z>>. Acesso em agosto de 2019.

PROCEL. **Manual de Tarifação da Energia Elétrica**, 2011. Fonte disponível em: <[http://www.eletrica.ufpr.br/sebastiao/wa\\_files/te344%20aula%2009%20%20manual%20de%20tarif%20en%20el%20-%20procel\\_epp%20-%20agosto-2011.pdf](http://www.eletrica.ufpr.br/sebastiao/wa_files/te344%20aula%2009%20%20manual%20de%20tarif%20en%20el%20-%20procel_epp%20-%20agosto-2011.pdf)>. Acesso em: 10 de maio de 2021

SANTOS, A. H. M, *et al.* **Conservação de energia: eficiência energética de instalações e equipamentos**. Itajubá: FUPAI, 2006.



VIEIRA, Mateus Coelho. **Controlador de demanda de energia utilizando inteligência computacional**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Sistemas e Automação, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.