



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO
PRETO
ESCOLA DE MINAS
COLEGIADO DO CURSO DE
ENGENHARIA DE CONTROLE E
AUTOMAÇÃO - CECAU**



FILLIPE DE SOUZA TEIXEIRA

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: ESTUDO DE CASO DE UMA
ANÁLISE TARIFÁRIA NO SESI/MARIANA**

**OURO PRETO – MG
2019**

FILLIPE DE SOUZA TEIXEIRA

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: ESTUDO DE CASO DE UMA ANÁLISE TARIFÁRIA DO
SESI/MARIANA

Monografia apresentada ao Curso de Graduação de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP – como requisito parcial para obtenção do título de Engenharia de Controle e Automação.

Orientador: Ronilson Rocha

OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS – UFOP
2019

T235e

Teixeira, Fillipe de Souza.

Eficiência energética [manuscrito]: estudo de caso de uma análise tarifária no SESI/Mariana / Fillipe de Souza Teixeira. - 2019.

55f.: il.: color; grafs; tabs.

Orientador: Prof. Dr. Ronilson Rocha.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia de Controle e Automação e Técnicas Fundamentais.

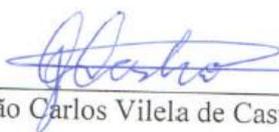
1. Eficiência enérgica. 2. Energia Elétrica. 3. Demanda. I. Rocha, Ronilson. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 658.5

Monografia defendida e aprovada, em 11 de junho de 2019, pela comissão avaliadora constituída pelos professores:



Prof. Dr. Ronilson Rocha - Orientador



Prof. M. Sc. João Carlos Vilela de Castro – Professor Convidado



Prof. M. Sc. Diogenes Viegas Mendes Ferreira - Professor Convidado

Dedico este trabalho à minha família: especialmente minha mãe, Zarinha, que com toda sua sabedoria de vida só nos deu ensinamentos importantes como a humildade, amor, paciência e dedicação; ao meu pai, Vitor, pela honradez e respeito que sempre mostrou por todos e tudo, às minhas irmãs: Eliane e Ana Cristina, por toda vivência e à minha namorada, Tamires. Obrigado por fazerem parte de minha vida!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer a Deus por permitir que eu concluísse o meu tão sonhado Curso de Engenharia de Controle e Automação. Obrigado pela força para superar todos os momentos difíceis pelos quais passei e por ter, enfim, concluído a minha monografia de final de curso.

Ao meu Orientador, Ronilson Rocha, pela paciência, dedicação e carinho dedicado a mim em minhas dificuldades. Obrigado!

À minha mãe, Zarinha, pelo carinho, paciência, força e amor incondicional.

Ao meu pai, Vitor Teixeira, pelo seu apoio e amor incondicional sem medir esforços para me apoiar.

Às minhas irmãs, Eliane e Ana Cristina, pelo nosso amor fraternal e forte, pela motivação e empenho em lutar todos os dias.

À minha namorada, Tamires, pela compreensão em minhas ausências, pelas palavras de apoio e incentivo.

Aos meus professores que me disciplinaram, ensinaram e ajudaram na minha formação acadêmica.

Aos colegas de curso, pelos bons momentos passados juntos, levarei estas lembranças pela vida, vocês ajudaram a moldar a minha formação profissional.

Enfim, a todos que contribuíram de algum modo para minha vida, minha formação acadêmica, obrigado a todos!

...a demanda por homens, como por qualquer outra mercadoria, regula necessariamente a produção de homens.

Adam Smith

RESUMO

O estudo foi desenvolvido no SESI/Mariana, Minas Gerais, com objetivo de propor economia de energia elétrica para a instituição analisada, baseado na eficiência energética. O método de abordagem da pesquisa foi qualitativo/descritivo, com estudo de caso, quando se descreve o processo de análise dos gastos de energia elétrica da referida instituição, identificando um consumo além do requerido na instituição e os resultados, com gráficos e tabelas, propondo alterações: troca de lâmpadas e alteração do contrato com a CEMIG de mudança tarifária. E se pensando em desenvolvimento sustentável, o uso racional de consumo de energia elétrica, pelo SESI, que tem uma área grande composta de auditório, salas de aulas, sala de exposição, diretoria, é um excelente fator para economia financeira para a instituição. O projeto mostra que a economia é na ordem de, com a mudança tarifária, R\$16.356,02, correspondendo 42,22% de todo o custo que o SESI em suas faturas de energia elétrica. E na ação de troca da iluminação estudada por LED projeta uma redução no consumo de energia elétrica equivalente a 6.675kWh por ano, equivalente a 24,09% de todo o consumo energético, com economia de financeira anual de R\$5.072,07, 13,09% do custo anual com as faturas de energia, e o tempo de retorno esperado para este investimento é de menos de 5 meses. A eficiência energética em qualquer edificação deve ser a tendência sustentável, pois estas ações podem gerar bons resultados, desde que sejam consideradas as propostas a serem cumpridas e monitoradas constantemente. Viu-se que a eficiência energética para o SESI está diretamente ligada ao enquadramento tarifário com adequação de demanda contratada e a troca de lâmpadas para LED.

PALAVRAS CHAVES: Eficiência energética; Energia Elétrica; Demanda.

ABSTRACT

The study was developed at SESI / Mariana, Minas Gerais, with the purpose of proposing savings of electric energy for the analyzed institution, based on energy efficiency. The method of approach of the research was qualitative / descriptive, with case study, when describing the process of analysis of the electric energy expenditures of said institution, identifying the causes of high costs and results, with graphs and tables, proposing changes: exchange of lamps and alteration of the contract with CEMIG to change tariffs. And thinking about sustainable development, SESI's rational use of electric energy, which has a large area composed of auditorium, classrooms, showroom, board, is an excellent factor for financial savings for the institution. The project shows that the economy is in the order of, with the tariff change, R \$ 16,356.02, corresponding to 42.22% of the total cost of SESI in its electricity bills. And in the action of exchange of lighting studied by LED projects a reduction in the electric energy consumption equivalent to 6,675kWh per year, equivalent to 24.09% of all energy consumption, with annual financial savings of R \$ 5,072.07, 09% of the annual cost with energy bills, and the expected payback time for this investment is less than 5 months. Energy efficiency in any building should be the sustainable trend, as these actions can generate good results, as long as the proposals are considered and constantly monitored. It has been seen that the energy efficiency for SESI is directly linked to the tariff framework with adequate contracted demand and the exchange of LED lamps.

KEYWORDS: Energetic efficiency; Electricity; Claim.

LISTA DE ABREVIATURAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

CAPEX - Capital Expenditure (em português, despesas de capital ou investimento em bens de capital)

DS – Desenvolvimento sustentável

EE – Eficiência Energética

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

LED – Light Emitter Diode (Diodo Emissor de Luz)

IEA - Instituto de Economia Agrícola

IGPM - índice composto pelo IPA, IPC e INCC

PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PROESCO - Programa de Apoio a Projetos de Eficiência Energética

RTP - Revisão Tarifária periódica

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial.

SESI – Serviço Social da Indústria

TE – Tarifa de energia

RTP - Revisão Tarifária Periódica

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de demanda	29
Figura 2: Exemplo de como ler uma conta de luz	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quadro comparativo entre as lâmpadas de LED, fluorescente e incandescentes	19
Tabela 2: Fluxo luminoso da LED, fluorescente e incandescentes	20
Tabela 3: Valores de demanda medidos e seus custos relativos	35
Tabela 4: Custo de demanda	37
Tabela 5: Impostos incidentes na conta de energia para junho/2017	38
Tabela 6: Valores das modalidades tarifários de média tensão para junho/2017	38
Tabela 7: Consumo e demanda sugeridos	39
Tabela 8: Projeção de economia caso use tarifa azul	40
Tabela 9: Custos projetados para a tarifa verde	41
Tabela 10: Levantamento de carga B comercial iluminação no SESI	42
Tabela 11: Composição de consumo e custos de iluminação analisada na modalidade tarifária convencional	44
Tabela 12: Composição de consumo e custos de iluminação analisada na modalidade tarifária de baixa tensão	47
Tabela 13: Relação de substituição das lâmpadas LED e seus respectivos custos unitários	48
Tabela 14: Projeção de impostos energéticos e financeiro de ação de troca de iluminação do SESI	50
Tabela 15: Resultados encontrados para o SESI	51

GRÁFICOS

Gráfico 1: Perfil do consumo de LED por doze meses	32
Gráfico 2: Custo médio de energia elétrica ao longo de doze meses	32
Gráfico 3: Real utilização do fato carga do SESI	33
Gráfico 4: Percentual de consumo e demanda de energia do SESI I	34
Gráfico 5: Ultrapassagens de demanda analisadas	36
Gráfico 6: Demandas propostas ao SESI	36
Gráfico 7: Comportamento de tarifas estudadas ao longo dos anos	42
Gráfico 8: Composição do consumo de energia do SESI	44
Gráfico Composição dos custos Energéticos do SESI	45

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Objetivos	17
1.1.1. Geral	17
1.1.2. Específicos	17
1.2. Estrutura do trabalho	17
2. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	18
2.1. Políticas de eficiência energética no Brasil	21
2.2. Estruturas tarifárias de energia elétrica	24
2.3. Demandas de energia	27
3. ESTUDO DE CASO E DISCUSSÕES	31
3.1. Perfil do consumo energético do SESI	31
3.2. Análise de oportunidades e avaliação de economia	34
3.2.1. Análise tarifaria	34
3.2.2. Recontração da demanda de tarifa convencional	34
3.2.3. Tarifa verde	38
3.2.4. Tarifa azul	40
3.2.5. Cliente classe B (baixa tensão)	40
3.3. Sistemas de iluminação	43
3.3.1. Considerações a respeito de carga analisadas	43
3.3.1.1. Levantamento da carga considerada no estudo	43
3.4. Proposta para a melhoria da eficiência de iluminação	45
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

Após dois séculos de consumo exagerado de energia, de desconsideração com os problemas ambientais, com o excesso de uso dos recursos naturais, do consumismo exagerado por parte de todos, a humanidade vê diante de um problema: economizar, reciclar, ter sustentabilidade e usar com eficiência os recursos naturais.

Nas últimas décadas do século XX, após diversos problemas mundiais como a questão do petróleo e as guerras do Oriente Médio, homens e mulheres deste planeta começaram a perceber que precisavam se conscientizar sobre as mudanças necessárias. Tinham que pensar na mudança de conduta quanto ao uso e exploração do planeta e rever a importância de se instalar políticas públicas para se cuidar do meio ambiente com sustentabilidade e eficiência energética. Hoje existem três emergências para a humanidade: cuidar do meio ambiente, ter desenvolvimento mais sustentável e de fazer economia de energia elétrica. E dentre todas essas emergências, usar a energia elétrica com eficiência energética, que é a capacidade de utilizar menos energia para produzir a mesma quantidade de produtos ou fazer as mesmas atividades, seja ela qual for. Por isso que a eficiência energética se tornou a discussão mais importante para a demanda de energia no mundo atualmente (TORRE; ALVES & CORRÊA, 2016, p. 4).

Um dos efeitos mais discutidos da atividade econômica é a destruição da camada de ozônio da Terra, que depois da Revolução Industrial tem se modificado e causado mudanças climáticas pela acumulação de gases de efeito estufa, com agravantes de uso excessivo de energia elétrica com o consumismo, além da queima de combustível fóssil, o gás metano dos aterros sanitários, o uso de diesel para produzir energia, entre outros. Por isso é importante economizar energia, pois o uso exagerado de eletricidade está destruindo a vida na terra. É preciso que a humanidade faça uma reflexão sobre a conservação do meio ambiente com sustentabilidade, pois a transformação que está acontecendo no planeta é enorme.

Desse modo, este trabalho se justifica porque os recursos planetários são escassos para tanto consumo. E tanto consumismo e falta de cuidado com o meio ambiente têm causando abalos ambientais e sociais como a poluição do planeta, derretimento das geleiras, elevação do nível do mar e as crises econômicas, entre outros, tudo estritamente relacionado à atuação indiscriminada e insustentável do homem sobre o meio ambiente. É necessário que cada ser humano se redirecione no aspecto individual e no coletivo para pensar na reformulação de seu

modo de agir e de se comportar no meio ambiente. A partir dessa visão, surge a necessidade do estabelecimento de um novo paradigma de desenvolvimento sustentável, através do qual seja validado o papel ativo do Governo, da sociedade e de cada cidadão através do uso eficiente dos recursos como o da energia elétrica (BUSSE, 2010, p.3).

Dentro de um projeto para se economizar energia elétrica deve ter elementos economicamente viáveis, socialmente justos e também culturalmente aceitos, pois qualquer economia só é possível se houver conscientização de todos, que vai desde a iluminação ambiental até aparelhos eletrônicos, passando pelos equipamentos e/ou máquinas industriais. Fazendo da importância da conservação de energia um aspecto importante para o planeta. Todos devem se conscientizar da necessidade de manter a busca por eficiência energética um caminho para o futuro (VIANNA, 2014, p. 15).

Uma das áreas mais importantes se tratando de eficiência energética é a iluminação. Segundo Busse (2010, p. 5) é uma das áreas que mais se precisa de eficiência, pois é uma “fonte que se utiliza de muita energia para funcionar, é responsável por cerca de 20% do consumo de energia elétrica de qualquer consumidor”, e este valor aumenta substancialmente quando se refere ao setor terciário, chegando a representar mais de 50% do consumo de um edifício e uma empresa, por exemplo.

Nesse sentido, este estudo mostra um projeto feito pelo SENAI para o SESI/Mariana visando a economia de energia elétrica baseado no princípio de eficiência no consumo. O relatório apresenta duas ações para economia energética para o SESI: a troca das lâmpadas fluorescente para as de LED, quando enfatiza a situação atual de consumo e custos de energia do SESI com propostas visando a redução dos custos com energia, apresentado os custos das ações (CAPEX) e a projeção de economia financeira com o tempo de retorno de investimento (*payback* simples). Este trabalho está relacionado à ideia de consumos consciente e mudanças de atitudes e comportamentos de vários atores sociais na organização supracitada.

A metodologia deste estudo consiste numa revisão bibliográfica sobre a importância da eficiência energética, a modalidade tarifária de energia elétrica e demanda energética, direcionado ao estudo de caso do SESI/Mariana, MG. A Consultoria para eficiência energética visa alcançar o melhor uso das fontes de energia por meio de análises e soluções para os elementos de consumo energéticos como gastos exagerados de energia, troca de lâmpadas e mudança tarifária. As soluções implementadas têm o objetivo de reduzir o consumo energético por unidade analisada.

1.1 OBJETIVOS:

1.1.1 Geral:

- Apresentar os resultados da Consultoria Especializada em eficiência energética no SESI/Mariana, MG para contribuir com a redução dos custos de consumo de energia elétrica da empresa em questão.

1.1.2 Específicos:

- Fazer uma revisão bibliográfica sobre eficiência energética, mudanças tarifárias e demandas de energia;
- Conhecer as políticas de eficiência energética no Brasil;
- Analisar o consumo de energia elétrica da empresa e os equipamentos de consumo de energia;
- Identificar a importância da eficiência energética para a economia de eletricidade, analisando a importância das mudanças tarifárias e as demandas de energia no SESI.

1.2. Estrutura do trabalho

Esta monografia será dividida em cinco capítulos, sendo: eficiência energética, políticas de eficiência energética no Brasil, estruturas tarifárias de energia elétrica, demanda, resultados e discussões com o relatório de consumo de energia do SESI/Mariana, MG.

No primeiro capítulo descreve a importância do desenvolvimento da eficiência energética e como o consumo pode ser eficiente. No segundo capítulo analisa a necessidade de se ter uma eficiência energética para economia de eletricidade; e no terceiro capítulo visou conhecer as políticas de incentivo à essa eficiência energética, enquanto que no quarto capítulo se discutiu as estruturas tarifárias de energia elétrica e demandas. E no último capítulo foi apresentado através de estudo de caso os resultados da análise de consumo do SESI, com discussão dos resultados encontrados e sugestões.

2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Eficiência energética é a utilização racional de energia, e uma atividade que procura melhorar o uso dessas fontes para se obter determinado resultado. Eficiência energética é a relação entre a quantidade de energia usada em determinada atividade e a quantidade de energia que está à disposição.

Quase todas as atividades humanas desde a Revolução Industrial estão ligadas ao consumo intenso de energia, seja ela a elétrica, a gasolina, o álcool, o óleo diesel, o gás natural, o carvão etc. E dentro das atividades individuais das pessoas, a energia, também, é muito usada em aparelhos como lâmpadas, motores elétricos, geladeira, televisor, automóvel, etc., mas nem todos os equipamentos e sistemas usados tem consumo de energia eficiente. Uma parte dessa energia elétrica é sempre perdida para o meio ambiente durante o processo de utilização (SANTOS et al, 2015, p. 593).

Diante dos benefícios da eficiência energética, Vianna (2014, p.34) destaca que os ganhos são enormes quando ela é instituída, diminuiria a necessidade de investimentos em novos parques geradores e transmissores de energia elétrica. O planeta seria salvo do uso excessivo dos recursos da natureza e haveria o ritmo maior de crescimento sustentável e sem agressão ao planeta. Um exemplo é o setor industrial que tem o maior consumo de energia elétrica, e quando este setor se preocupa e trabalha com eficiência energética a consequência é economia, preservação do meio ambiente e competitividade econômica.

A eficiência energética é um componente muito importante da economia de eletricidade, pois a grande preocupação hoje em dia são as mudanças climáticas, o consumo exagerado da natureza, o aquecimento do planeta, entre outros problemas. A eficiência energética é o equilíbrio entre a necessidade de energia elétrica e o consumo real desta energia, para isso é necessário criar novos paradigmas de consumo e desenvolvimento do Brasil. Este benefício pode ser a longo, médio e curto prazo, tanto para a empresa, como para a sociedade e para o planeta, porque pode otimizar as fontes de energia que ainda estão disponíveis. Esse reconhecimento leva a todos os envolvidos, principalmente, os governantes e responsáveis pelas políticas energéticas do Brasil à conscientização ambiental e social, pois o único modo de se preservar natureza, e dar continuidade à produção de bens e serviços, é economizando energia elétrica (BUSSE, 2010, p. 28).

Quando se pensa em eficiência energética, as lâmpadas mais eficientes e econômicas são as lâmpadas de LED – Diodo Emissor de Luz – que traz uma evolução grande em tecnologia e se destaca no mercado, atualmente. O diodo LED é um componente eletrônico semicondutor, com a mesma tecnologia utilizada nos chips de computadores, que tem a propriedade de transformar energia elétrica em luz. Este tipo de lâmpada tem durabilidade maior, e é mais eficiente. Assim, as lâmpadas de LED têm dispositivos semicondutores preenchidos com gases e revestidos com diferentes materiais de fósforo. No entanto, hoje descobriu-se o seu valor e impacto na economia de energia, pois uma lâmpada de LED tem aproximadamente 50.000 horas de vida útil (SANTOS et al, 2015).

E comparando a eficiência energética dos três tipos de lâmpadas, as de LED tem uma enorme vantagem diante das outras. Na lâmpada fluorescente existe uma descarga elétrica contendo um vapor interno, que contém mercúrio, e é altamente poluidor. Uma pequena quantidade de Mercúrio é introduzida no tubo e um material de fósforo especial é usado para converter a luz ultravioleta em luz visível, tem um tempo eficiência e tempo de vida maiores do que as lâmpadas incandescentes (CAMPOS & LOPES JR, 2013).

Fazendo a comparação entre as lâmpadas, a lâmpada incandescente tem a luz produzida através do filamento de Tungstênio, esquenta muito, tem duração em torno de 1000 horas e é considerada fonte ineficiente de luz, porque o restante se perde no calor, pois 90% da energia que entra na lâmpada se perde ficando somente 10% de eletricidade em luz. A eficiência média das lâmpadas fluorescentes e das lâmpadas de LED é quase a mesma, entretanto, a lâmpada incandescente tem maior impacto ambiental por causa do mercúrio, enquanto a lâmpada de LED é mais eficiente em questões de eficiência energética (CAMPOS & LOPES JR, 2013).

Tabela 1: Quadro comparativo entre as lâmpadas de LED, fluorescente e incandescentes

QUADRO COMPARATIVO ENTRE LÂMPADAS EXISTENTES NO MERCADO					
LÂMPADAS	POTÊNCIA (W)	PREÇO (R\$)	GASTO EM KWH – 24 horas	GASTO EM 39 DIAS	RETORNO DE INVESTIMENTO
Incandescente	60	1,75	1,428	15,68	-
Fluorescente	15	7,90	0,335	3,67	1 mês
LED	45	65,90	0,096	1,04	5 meses

FONTE: Santos et al (2015).

Tabela 2: Fluxo luminoso da LED, fluorescente e incandescentes

QUADRO COMPARATIVO DO FLUXO LUMINOSO DE 2 LÂMPADAS		
LÂMPADA	ILUMINAÇÃO A 1 m (lux)	EFICIÊNCIA LUMINOSA (lux W)
Incandescentes	103	172
Fluorescente	161	9,47

FONTE: Santos et al (2015).

Assim, pode-se ver que em se tratando de eficiência energética, a lâmpada de LED é mais econômica do que os outros tipos, incandescente e fluorescente. Seu consumo de eletricidade é menor, as lâmpadas são mais caras, mas o retorno do investimento vale a troca, pois o LED é mais vantajoso, não é nociva à natureza e tem maior durabilidade, minimizando a quantidade de lâmpadas a serem descartadas no meio ambiente. A lâmpada de LED é uma tecnologia nova, que vem se aprimorando cada vez mais, o que faz acreditar que sua eficiência que irá aumentar com o tempo.

Por isso, quando se pensa em eficiência energética, escolher a lâmpada adequada é um dos passos importantes para economia de energia elétrica. Deste modo as distribuidoras de energia devem estimular o mercado para ficar mais proativo. Ou seja, escolher melhor seus insumos é o caminho para o consumidor economizar seu dinheiro. Mas é necessário que as empresas produzam lâmpadas de LED com preço mais acessível mostrando a sua participação da implantação da política de conservação energética do país (RAAD & CARVALHO, 2013).

No entanto, Carvalho (2013, p. 3) declara que “pesquisas realizadas pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) mostram que 46% da energia do nosso país são para uso do setor industrial que, por sua vez, é responsável por grande parte de seu desperdício de energia”. Isso significa que uma empresa quando vai usar energia numa determinada máquina deve aproveitar “o total da potência empregada para determinada carga, evitando ao máximo as suas perdas”. Estudos mostram que 30% dos acionamentos e motores numa empresa podem operar com economia, instalando e usando adequadamente a máquina (SIEMENS, 2009 apud CARVALHO, 2013).

É preciso fazer uma gestão eficiente de energia e de sua manutenção, porque, muitas vezes, a lucratividade da empresa está sendo desperdiçada. Ao se executar um projeto de

eficiência energética em uma empresa, gera-se uma economia significativa que acarreta na diminuição do custo do seu produto final, uma vez que sua produção é barateada.

2.1 Políticas de eficiência energética no Brasil

Desde a década de 70 do século passado, quase todos os governos do mundo passaram a ter preocupação com o planeta e começaram a elaborar políticas de eficiência energética. Uma das medidas que surgiram foi o Clube de Roma, quando publicou um estudo chamado os “Limites do Crescimento” chamando atenção sobre o uso indiscriminado dos recursos naturais no planeta. O documento destacava que se o planeta continuar no nível de crescimento atual da população mundial, da industrialização, da poluição, da produção de alimentos e da diminuição de recursos naturais se continuarem imutáveis a sociedade humana corre perigo. É necessário mudar estas tendências de crescimento e trabalhar para a estabilidade ecológica e econômica do planeta para que tenhamos uma perspectiva de futuro, (BRASIL, 2016).

A preocupação com a “eficiência energética no Brasil apareceu ao mesmo tempo em que no resto do mundo”. Isso aconteceu quando houve a crise do petróleo em 1973 e todos os governos viram a necessidade de reduzir os gastos com a importação do óleo, e surgiram as primeiras políticas de Eficiência Energética. Em 1985, depois que passou o choque do petróleo, o Brasil cria o primeiro programa de conservação de energia voltado para a racionalização do consumo de energia elétrica. Apesar de já existirem iniciativas para estimular a eficiência energética, foi apenas em 2001 que o governo “estabelece o primeiro marco regulatório para a eficiência energética”, (BRASIL, 2015).

No entanto, no Brasil, a preocupação com a eficiência energética começou tardiamente, somente em 1985 com o PROCEL – Programa de Conservação de Energia Elétrica, que é um programa que faz parte da política coordenada e consistente de economia energética para se conseguir alcançar progresso econômico e social brasileiro. Daí surgiu o “Selo PROCEL”, que é uma forma de orientar o consumidor na hora da compra, indicando quais produtos apresentam os melhores níveis de eficiência energética para economia na conta de energia elétrica, inclusive as lâmpadas. Essa política possibilitou a manutenção de importantes iniciativas de cunho regulatório e legislativo até os dias de hoje no Brasil (JANNUZI, 2001).

E para a consolidação da eficiência energética do país vieram a Lei nº 10.295/2001 que estabelece padrões mínimos de eficiência energética para equipamentos comercializados no país, e a Lei nº 9991 que cria o Fundo Setorial CTENERG e dispõe sobre os investimentos das concessionárias em eficiência energética no uso final e em pesquisa e desenvolvimento, (JANNUZI, 2001).

Nesse caminho, um dos benefícios das políticas de eficiência energética é atingir melhores resultados em termos de conservação de energia para cuidar do meio ambiente. Os governos, através da implementação de políticas intersetoriais da IEA, Instituto Econômico Agrícola, devem estar atentos para que esse tópico esteja dentro do arcabouço energético, ambiental, político e econômicos. E as recomendações do IEA se dividem em linhas gerais para atender a todos setores da economia; e as específicas, as diretrizes de economia de energia para edificações, aparelhos domésticos e equipamentos industriais, iluminação pública, transporte e segmento energético. Entre as recomendações estão: a “elaboração de um banco de dados e estatísticos fiáveis sobre os usos finais de energia; o mercado energético; as tecnologias disponíveis; e as oportunidades de ganhos de eficiência”, com objetivo é auxiliar os planos de ação, (BRASIL, 2016).

A necessidade de desenvolvimento de uma política de “baixo carbono” que atrelado ao papel relevante que a energia elétrica desempenha e as dificuldades econômicas e ambientais para a expansão do sistema elétrico menos intensivo em carbono, como as hidroelétricas, colocam o uso mais eficiente de energia como uma provável alternativa, seja pelo seu custo mais baixo de implantação, seja pela ausência de impacto ambiental (MAGALHÃES & DOMINGUES, 2016).

Assim, embora a “conservação de energia não seja a política central para a resolução dos problemas ambientais, ela pode contribuir significativamente para a efetividade de políticas de mitigação das emissões de gás carbônico” (MAGALHÃES & DOMINGUES, 2016). Pois a eficiência energética é a maneira mais rápida, barata e sustentável de fornecimento de energia para o desenvolvimento sustentável do planeta e da emissão de gás carbônico. E se todos os governos do planeta implantarem uma política tecnológica de eficiência energética com sustentabilidade ambiental, o planeta começará a se recuperar, quem sabe no futuro a humanidade terá células de combustível, carros híbridos, casas inteligentes para todos, entre outros, (CAMPOS & LOPES JR, 2017).

Desde a crise energética no Brasil em 2001, que ocasionou no racionamento de energia elétrica, o Governo Brasileiro criou leis para apoiar a política pública de eficiência energética com ações de conservação e programas de incentivo à redução do consumo de eletricidade no país. Surgiu a Lei 9.991/2000 (BRASIL, 2000), como forma de incentivo à eficiência energética, que entrou em vigor no dia 24 de julho de 2000, dispõe em seu Art. 1º o seguinte:

As concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, setenta e cinco centésimos por cento de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico e, no mínimo, vinte e cinco centésimos por cento em programas de eficiência energética no uso final. Esta Lei vem com o objetivo de realização de investimentos no setor de eficiência energética por parte das empresas e concessionárias, onde os montantes originados da aplicação serão destinados aos programas de conservação e combate ao desperdício de energia (CARVALHO, 2013).

Enquanto a Lei nº. 10.295/2001 (BRASIL, 2001), que em seu Art. 2º diz:

O Poder Executivo estabelecerá níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, com base em indicadores técnicos pertinentes, desta forma, os fabricantes de máquinas tem por obrigação de cumprir os níveis máximos de consumo de energia e mínimos de eficiência energética estabelecidos, estando sujeitos à multas de até 100% do preço de sua venda para o caso de descumprimento da Lei (CARVALHO, 2013).

Vale lembrar que foi somente em 2007 que o Governo Brasileiro criou o PNE – Plano Nacional de Energia – que é um documento que apresenta a conservação de energia elétrica, com uma política de crescimento da economia brasileira através de “ganhos via progresso autônomo do induzido e faz projeções para a eficiência energética em quatro cenários - conservador, moderado/conservador, moderado/otimista e otimista” (BRASIL, 2015).

Em 2009, o Governo Brasileiro criou a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), oficializando o compromisso voluntário do Brasil junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima de redução de emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020. Foi instituída nesta época, então, a Lei 12.187/2009, buscando garantir que o desenvolvimento econômico e social do país contribua para a proteção do sistema climático global. Todavia em 2011, o Governo do Brasil lançou o PNEF – Plano Nacional de Eficiência Energética - que trouxe as seguintes sugestões de

políticas de eficiência energética a serem adotadas para diferentes segmentos da economia, que são:

O documento estabeleceu como meta para conservação de energia o patamar de 10% para o ano de 2030, dos quais 5% devem ocorrer via progresso induzido e o restante via progresso autônomo. A meta de conservação de energia estabelecida contempla todas as fontes energéticas e não apenas a eletricidade. Não é possível saber se o governo possui uma meta específica para eficiência energética em eletricidade (BRASIL, 2015).

Raad & Carvalho (2013, p. 8) destacam que com a “aprovação dos Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE, publicado na Resolução Normativa nº 556, de 02 de julho de 2013, o Programa de Eficiência Energética, Regulado pela ANEEL – PEE ganhou uma nova dimensão, veio a obrigatoriedade de realização anual de, pelo menos, uma Chamada Pública de Projetos – CPP, pelas distribuidoras de energia elétrica para a economia e eficiência energética.

Portanto todas as políticas de eficiência energética são capazes de promover o aumento da eficiência econômica, uma vez que reduzem a intensidade de gasto de energia. E diante do exposto, as políticas de eficiência energética veio para somar e contribuir de maneira positiva para a prevenção da natureza, do meio ambiente, entre outras.

2.2 Estruturas tarifárias de energia elétrica

As tarifas são determinadas pelas distribuidoras de energia elétrica, mas isto acontece em dois estágios. No primeiro estágio, a empresa pode requerer, para equilíbrio econômico e financeiro, mudanças nas tarifas, e, no segundo estágio, as tarifas são cobradas de acordo com os usuários, variando pelo tipo de receita almejada, esperando que os consumidores consumissem determinada quantidade de energia. O conjunto desses preços é denominado estrutura tarifária (BAPTISTA, 2016).

A “tarifa de energia no Brasil segue uma regulamentação específica, é determinada pela ANEEL, por distribuidora, a cada ciclo tarifário, que pode variar de acordo com a distribuidora”, (BAPTISTA, 2016). O autor mostrou que há revisão tarifária periódica (RTP) quando, anualmente, ocorre um reajuste tarifário corrigido de acordo com o IGPM. Esse método de cálculo de uma tarifa busca “princípios de eficiência, equidade, justiça, equilíbrio

financeiro, simplicidade e estabilidade, sinalizando aos consumidores a direção do mínimo custo e promovendo o uso racional da energia elétrica” (FUGIMOTO, 2010).

Brasil (2016) cita o Art. 13 da Lei nº 8.987/1995, que dispõe: “As tarifas poderão ser diferenciadas em função das características técnicas e dos custos específicos provenientes do atendimento aos distintos segmentos de usuários”. E na Nota Técnica n. 360/2010–SRE-SRD/ANEEL, esclarece que: “Um bom desenho de tarifas é fundamental para garantir um sistema mais eficiente, através da modulação de carga e a consequente diminuição da necessidade de novos investimentos”. Assim, dependendo do custo de energia elétrica, o consumidor pode trocar a tarifa para diminuir os custos. Isso é uma forma de estimular o uso eficiente dos recursos existentes de energia elétrica no Brasil. Assim, a tarifa de energia elétrica no Brasil possui em sua estrutura variação em função de dois fatores:

a classe econômica, como residencial, comercial, industrial, e o nível de tensão de fornecimento, como alta tensão (acima de 69 kV), média tensão (de 1 kV até 69 kV) e baixa tensão (menor que 1 kV). a tarifa de energia é dividida em duas componentes. A tarifa de uso do sistema de distribuição (TUSD) é a parcela da tarifa que remunera o transporte da energia, ou seja, todo o investimento realizado pelas distribuidoras para entregar a energia nas unidades consumidoras. A tarifa de energia (TE) é referente à cobertura dos contratos de compra de energia, realizados pelas distribuidoras com os agentes de geração, através de leilões regulados, e também inclui os encargos setoriais. Os consumidores cativos pagam a TUSD e a TE, enquanto que os consumidores livres pagam apenas a TUSD, já que compram energia diretamente no mercado, (BAPTISTA, 2010).

Dessa forma, existem consumidores que podem ser livres, quando compraram e pagaram a energia elétrica de uma distribuidora, quando a própria distribuidora transporta a energia até o ponto de consumo. Pela regulamentação vigente, somente grandes consumidores podem optar por serem livres, somente aqueles que têm uma demanda de consumo acima de 500 kW. E os consumidores cativos contratam todo o fornecimento com a distribuidora, tanto o transporte quanto a energia (BAPTISTA, 2010, p. 41).

No Brasil existem modalidades de tarifas que podem ser cobradas pelas distribuidoras descritas na Resolução Normativa 414 de 2010 (BRASIL, 2015), que

a tarifação os consumidores no Brasil são classificados em dois grupos: grupo A e grupo B. O grupo A abarca os consumidores atendidos com um nível de tensão acima de 2,3 kV e possuem tarifação binômica, ou seja, é considerado o consumo de energia e a potência máxima utilizada. Já os consumidores do grupo B, atendidos com um nível de tensão abaixo de 2,3 kV, possuem uma tarifa monômica, isso implica na medição e faturamento

apenas do consumo de energia, Para os consumidores do grupo A existem duas modalidades tarifárias disponíveis: a tarifa horo-sazonal verde (THS Verde) e a tarifa horo-sazonal azul (THS Azul) (BRASIL, 2015, p. 18).

A ANEEL define que

- THS Azul: aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia.
- THS Verde: aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia, assim como de uma única tarifa de demanda de potência; A diferença está na tarifação do horário de ponta, (BRASIL, 2016).

Em contrapartida, a escolha da modalidade tarifária para os consumidores do grupo A é opcional para alguns consumidores e compulsória para outros. Os consumidores que consomem menos que 69 kV podem escolher THS Azul e a THS Verde. No grupo B, a tarifação é mais simples e barata pelo fato de ser monômnia, não há tarifação da demanda de potência, apenas do consumo de energia elétrica.

THS Verde tem a “tarifação de demanda única e o consumo” possui dois sinais tarifários, um para o horário de ponta, e outro para o consumo nas demais horas do dia. E na THS Azul, a demanda possui valores diferenciados no horário de ponta e de fora de ponta e o valor da tarifa de consumo na ponta é menor que o da THS Verde (BAPTISTA, 2016).

A modalidade convencional é àquela onde a tarifação é monômnia, ou seja, apenas do consumo em todos os horários de utilização, e a tarifa branca aplicada para clientes especiais que escolhem horários do dia para escolha de ponta, fora de ponta e intermediário e o dia da semana mais útil e o dia não útil. Este modelo tarifário, composto por valores diferenciados de tarifa, oferece incentivos financeiros aos consumidores para deslocarem suas cargas do horário de pico do sistema para os demais horários. E nessa tarifação no grupo B, a operação do processo de medição e faturamento menos complexo para as concessionárias e mais barato para o consumidor porque mede apenas o consumo. São os consumidores de baixa tensão como estes subgrupos: residências, rural, serviço público de irrigação, iluminação pública, etc. (BAPTISTA, 2016).

No Brasil o custo da energia é diretamente afetado pelas condições meteorológicas porque a maioria da energia é produzida em hidroelétrica, e dependendo da época do ano há escassez de energia por causa da seca. Quando isto acontece, há necessidade de despacho das termoelétricas, que possuem um custo de geração muito alto. Neste caso, a tarifa na revisão anual da distribuidora fica mais cara. Para isso, o Governo implantou as bandeiras tarifárias, que sinaliza mensalmente qual o custo da geração da energia, que são:

- Bandeira verde: condições favoráveis de geração de energia. A tarifa não sofre nenhum acréscimo.
- Bandeira amarela: condições de geração menos favoráveis. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,015 para cada quilowatt-hora (kWh) consumido.
- Bandeira vermelha - Patamar 1: condições mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,030 para cada quilowatt-hora (kWh) consumido.
- Bandeira vermelha - Patamar 2: condições ainda mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,045 para cada quilowatt-hora (kWh) consumido, (BAPTISTA, 2016, p. 44).

Uma regulamentação da ANAEEEL “prevê que a adesão ao novo modelo tarifário será opcional” (BRASIL, 2018). O consumidor pode pedir mudança de tarifa quando tiver um consumo acima de 500 kWh. O consumidor que deseja pedir mudança de tarifa deverá avaliar se o seu consumo permite a retirada da carga nos horários de pico mais caro, ponta e intermediário, para a reutilizar nos horários fora de ponta. Caso a avaliação seja positiva, a migração para a tarifa escolhida poderá reduzir o valor final da fatura de energia.

2.2.1 Demanda de energia

O sistema elétrico brasileiro é composto por redes de distribuição e subestações de concessionárias que distribuem energia elétrica para acionamento de iluminação, motores, inversores, transformadores, iluminação, entre outros. O uso de energia deve ter um correto planejamento da expansão e manutenção de todo o seu sistema para garantir o abastecimento a todos os usuários. “Este limite é calculado a partir do somatório de todas as cargas instaladas em cada unidade consumidora que podem operar simultaneamente” (BRASIL, 2018). E o somatório das cargas instaladas em operação, expresso em quilowatts (kW), é denominado “demanda, ou seja, é a capacidade máxima que é exigida do Sistema Elétrico em determinado momento. E esta demanda se aplica a unidades ligadas à alta tensão (Grupo A) e é utilizado como parâmetro no contrato de fornecimento de energia elétrica da unidade

consumidora, mostrando que este contratante deve manter seu consumo dentro dos limites de demanda contratada especificada em contrato, evitando-se que haja uma sobrecarga no sistema por falta de planejamento por parte do consumidor em relação à sua demanda contratada de energia (BAPTISTA).

Em contrapartida, para contratos do grupo A, a média tensão deve ser considerada adequada para atender aos três critérios: a demanda contratada adequada, energia contratada o mais próximo possível da necessidade real de consumo do órgão, e o custo será sempre o maior valor entre o valor contratado ou o utilizado, com uma tolerância de apenas 5% para cima. Exemplo: 1. Se o órgão contrata 100kW e utiliza somente 60kW, ele pagará também pelos 40kW não utilizados; e 2. se o órgão contrata 100kW e utiliza 140kW, ele pagará, além dos 140kW na tarifa normal, os 40kW utilizados a mais na tarifa de ultrapassagem de demanda que é duas vezes mais cara. 3. Se o órgão contrata 100kW e utiliza 105kW, a demanda contratada está adequada, pois existe uma tolerância de 5%, conforme Resolução nº 414 da ANEEL, (BRASIL, 2015).

(E de acordo com a Cartilha Brasil (2015, p. 16) a Resolução Normativa da ANEEL nº 414/2010) descreve em seus incisos:

- XXI • demanda contratada: demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela distribuidora, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados em contrato, e que deve ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW);
- XXII • demanda faturável: valor da demanda de potência ativa, considerada para fins de faturamento, com aplicação da respectiva tarifa, expressa em quilowatts (kW);
- XXIII • demanda medida: maior demanda de potência ativa, verificada por medição, integralizada em intervalos de 15 (quinze) minutos durante o período de faturamento (BRASIL, 2015).

Segundo a Resolução Normativa nº 414/2010 da ANEEL, informa a cada 12 meses pode haver alteração de modalidades tarifárias. Isto significa que, passados 6 meses após a última revisão, a concessionária faz novas análises e estudos para ver a demanda. E se a demanda não estiver dentro da redução da demanda na eficiência energética, a concessionária de distribuição deve ajustar o contrato vigente, a qualquer tempo, sempre que solicitado pelo consumidor.

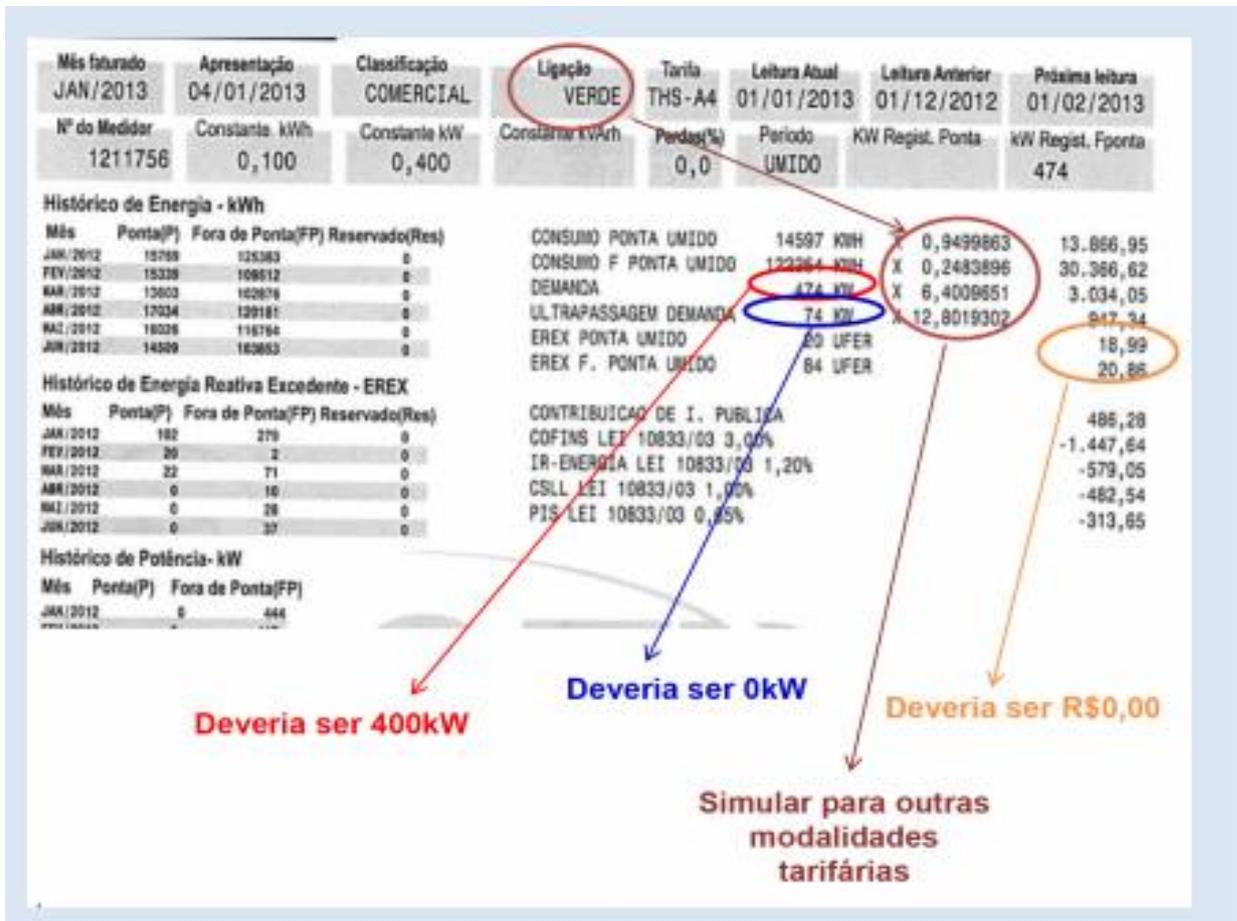
Figura 1: Exemplos de demanda



Fonte: Cartilha Brasil (2015, p. 16)

Nessa perspectiva, quando uma empresa escolhe sua modalidade tarifária ela pode economizar, pois a tarifa de menor custo pode ser escolhida na companhia de energia da localidade do usuário. A figura 1 traz um exemplo para uma demanda dentro de ajuste ideal e outra com possibilidade de melhoria.

Figura 2: Exemplo como ler uma conta de luz



FONTE: BRASIL (2018)

Portanto, uma pessoa física ou uma empresa, quando tem consciência sobre seu consumo de energia e reduzir seus custos com insumos energéticos, deve observar a conta de luz de sua concessionária, analisar sua demanda quando aplicável, fazendo uma análise de onde é possível economizar, mudando as tecnologias e sistemas de consumo alto para os de maior produção e menor absorção energética, além de ficar de olho com o consumo das máquinas. A análise da demanda, quando pertencente à classe A de tarifação pode trazer um grande potencial de economia, a figura 2 localiza as principais variáveis a serem observadas neste processo. Para conseguir isso se pode mudar o sistema energético para um mais eficiente, ou mudando sua forma de utilização da energia durante o dia.

3 ESTUDO DE CASO E DISCUSSÕES

O relatório do SENAI apresentado ao Sesi teve como objetivo avaliar potenciais oportunidades de redução da energia encontrados no Sesi e apresentar ações que visam o aumento da eficiência dos sistemas energéticos utilizados. O diagnóstico inicial aconteceu em três etapas principais durante o período de estudo, que foram: 1ª - análise crítica das informações; 2ª - visita técnica; e 3ª - análise das medições ao longo do período de estudos.

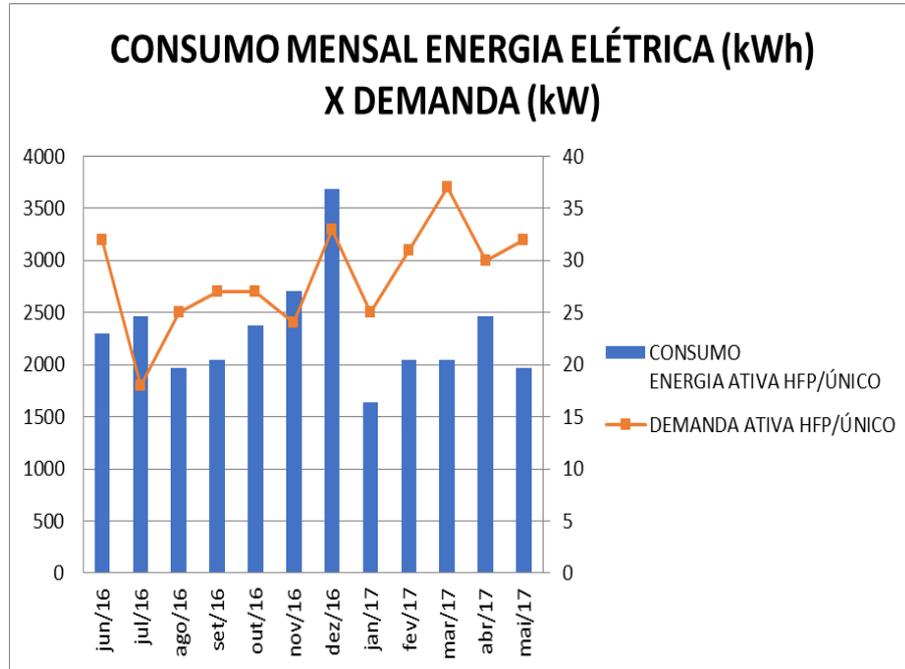
Durante a primeira etapa foi feita a avaliação prévia dos históricos disponibilizados referentes aos consumos energéticos da empresa, para identificar e avaliar as oscilações nos consumos dos insumos energéticos, utilizando a informação quanto ao consumo de energia elétrica da empresa e dos equipamentos consumidores de energia. Na segunda etapa foi feita uma visita técnica à unidade, após análise crítica das informações, com o objetivo de validar as informações fornecidas e solicitar informações adicionais para identificar os potenciais de melhoria. E na terceira etapa fez-se a análise técnica e econômica dos benefícios, bem como a elaboração e proposição de indicadores de desempenho energético para posterior acompanhamento da eficácia das medidas propostas.

3.1 Perfil de Consumo Energético

O Sesi atualmente é cliente de média tensão A4 abastecido pela Cemig em 13,8kV. A modalidade tarifária na qual está enquadrado é a modalidade convencional, na qual são tarifados demanda e consumo em apenas um posto horário. A demanda contratada junto a concessionária é de 50kW, o perfil de consumo dos últimos 12 meses é apresentado no gráfico abaixo.

No gráfico 1, a demanda tarifada e o consumo de energia nos últimos 12 meses tiveram uma grande oscilação, sendo o mês de dezembro/2016 o maior consumo de energia, com pico de demanda o mês de março de 2017. Já o mês de menor consumo foi janeiro de 2017 e o mês de menor demanda medida foi julho de 2016.

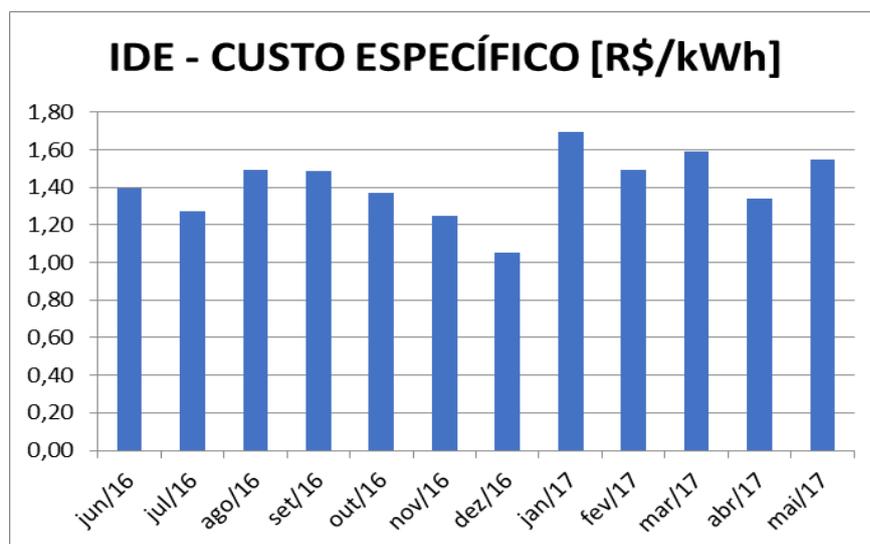
Gráfico 1: Perfil de consumo do SESI por doze meses



FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

O custo médio da energia elétrica para o SESI é apresentado no gráfico 2.

Gráfico 2: Custo médio de energia elétrica ao longo dos doze meses

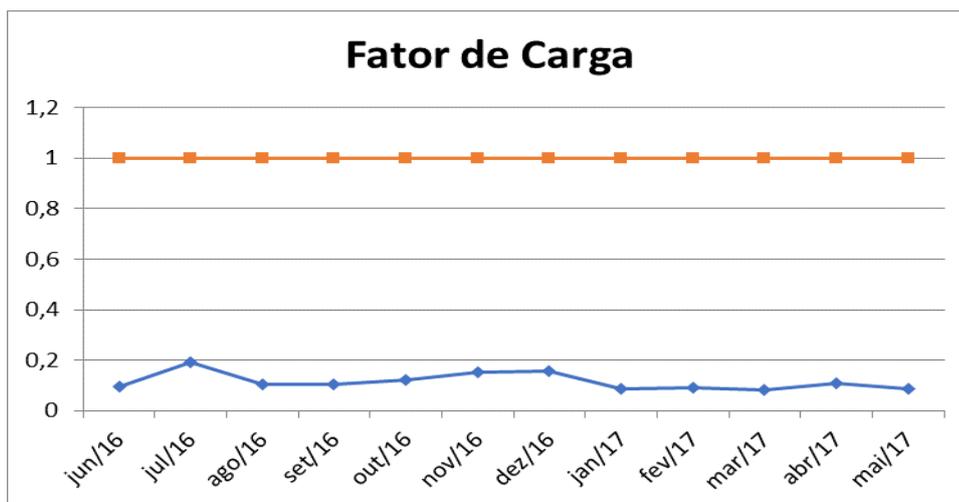


FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

Viu-se que no gráfico 2 que este custo médio levou em consideração todos os custos energéticos ao longo dos meses em relação ao consumo em kWh em seu respectivo mês. Para o SESI estes custos são a demanda, o consumo e a taxa de iluminação pública. Nota-se que no mês em que o custo específico foi mais baixo foi o mês de dezembro, exatamente o mês onde o consumo de energia foi maior, e o mês custo específico foi mais alto, foi janeiro, quando o consumo foi mais baixo. Esta relação inversa se deve, principalmente, ao fato de que a demanda teve uma variação bem menor em relação à variação o consumo nos meses analisados, ou seja, a demanda contratada pelo SESI foi mais subutilizada no mês de janeiro em relação ao mês de dezembro.

Esse aproveitamento da energia utilizada em relação à demanda medida pode ser bem visualizada considerando o fator de carga, dado pelo gráfico 3.

Gráfico 3: Real utilização do fator carga do SESI



FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

Nota-se que no gráfico 3 a real utilização, por parte do SESI, de energia elétrica em relação à demanda durante os doze meses analisados quanto mais próxima da demanda, mais a energia está sendo aproveitada. O fator de carga médio do SESI é 0,115. Explicando este valor de modo simples, o SESI aproveita realmente apenas 11,5% do valor de demanda medida. Este valor é muito baixo e por consequência o principal responsável pelo alto custo específico de energia. E no entanto, com relação ao consumo de energia, foram identificados como principais cargas consumidoras o sistema de iluminação e o sistema de climatização.

3.2 ANÁLISE DE OPORTUNIDADES E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA

Após avaliações em campo, os seguintes itens foram listados como objeto de estudo para fins da avaliação da viabilidade técnico financeira de sua implementação: a análise tarifária e o sistema de iluminação.

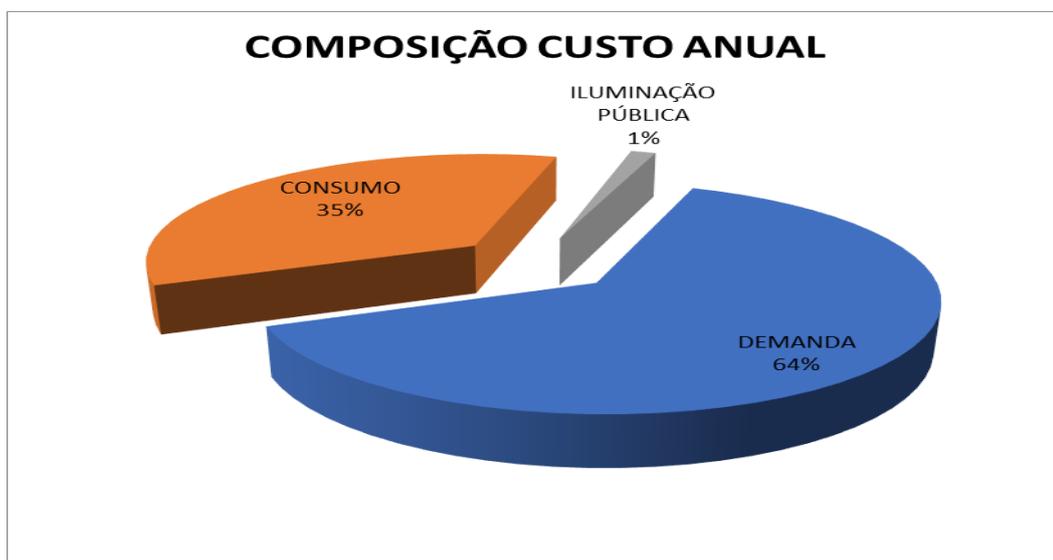
3.2.1 Análise tarifária

Na análise tarifária foi feito um estudo de readequação tarifária realizado no SESI Mariana, foram consideradas todas as possibilidades de mudança de contrato para que se possa definir qual a melhor demanda e a melhor modalidade tarifária em que a empresa pode se enquadrar. Assim, são apresentados primeiramente resultados para a melhor demanda a ser contratada, e após, são apresentados estudos de impactos de adequação em cada modalidade tarifária, tanto as de média tensão quanto a de baixa tensão.

3.2.2 Recontratação de Demanda na Tarifa Convencional

Viu-se que o custo de energia do SESI é a sua demanda que ficou em 64%. O gráfico abaixo mostra que a demanda é muito maior do que a consumo, que ficou em torno de 34%.

Gráfico 4: Percentual de consumo e demanda de energia do SESI



FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

E de acordo com a demanda de custo, na tabela a seguir foi selecionado como um dos principais pontos a serem trabalhados.

Tabela 3: Valores de demanda medidos e os seus custos relativos

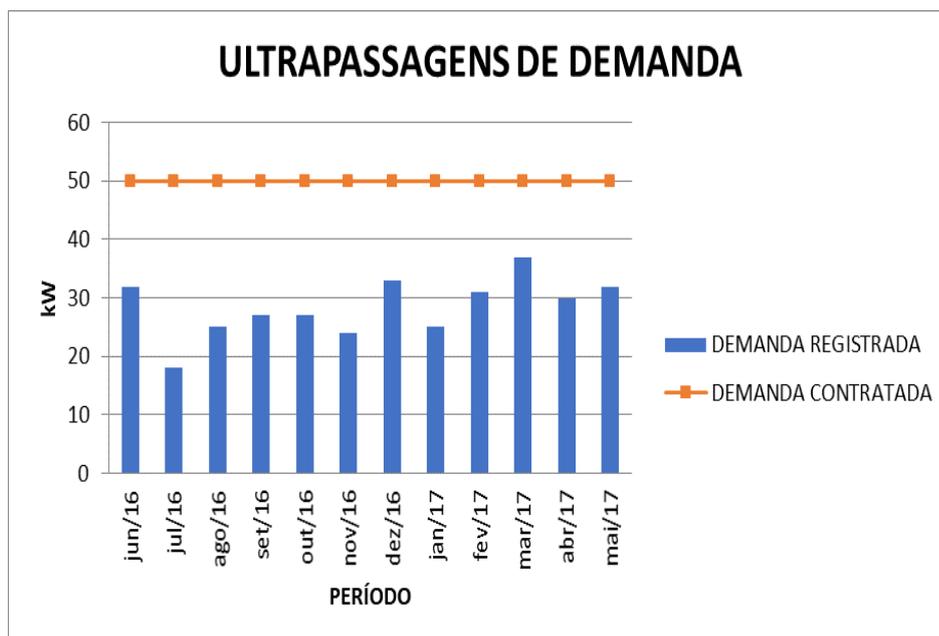
MÊS/ANO	DEMANDA CONTRATADA	DEMANDA ATIVA HFP/ÚNICO		DEMANDA ATIVA HFP/ÚNICO S/ICMS		ULTRAPASSAGEM EM DEMANDA	
	kW	kW	R\$	kW	R\$	kW	R\$
jun/16	50	32	1.458,09	18	601,69	0	0,00
jul/16	50	18	820,77	32	1.074,64	0	0,00
ago/16	50	25	1.124,52	25	831,15	0	0,00
set/16	50	27	1.239,33	23	776,16	0	0,00
out/16	50	27	1.258,92	23	785,14	0	0,00
nov/16	50	24	1.107,54	26	880,83	0	0,00
dez/16	50	33	1.483,12	17	564,82	0	0,00
jan/17	50	25	1.123,10	25	830,37	0	0,00
fev/17	50	31	1.404,11	19	634,91	0	0,00
mar/17	50	37	1.722,90	13	443,32	0	0,00
abr/17	50	30	1.392,95	20	680,59	0	0,00
mai/17	50	32	1.455,62	18	603,40	0	0,00
TOTAL			R\$ 15.590,97		R\$ 8.707,02		R\$ 0,00

FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

A tabela acima apresenta na segunda e terceira colunas os valores de demanda medidos e os custos respectivos a cada valor. Porém, devido ao fato de o SESI Mariana estar enquadrado na tarifa convencional, a demanda não utilizada também é tarifada, como apresentado nas 4ª e 5ª colunas. Como a demanda que não foi utilizada é um serviço que não foi prestado, existe o desconto de 25% relativo ao ICMS incidente no próprio valor da demanda, portanto o valor pago pela demanda não utilizada é 75% do valor da demanda utilizada.

Os valores apresentados na tabela acima geraram os dados apresentados no gráfico 5:

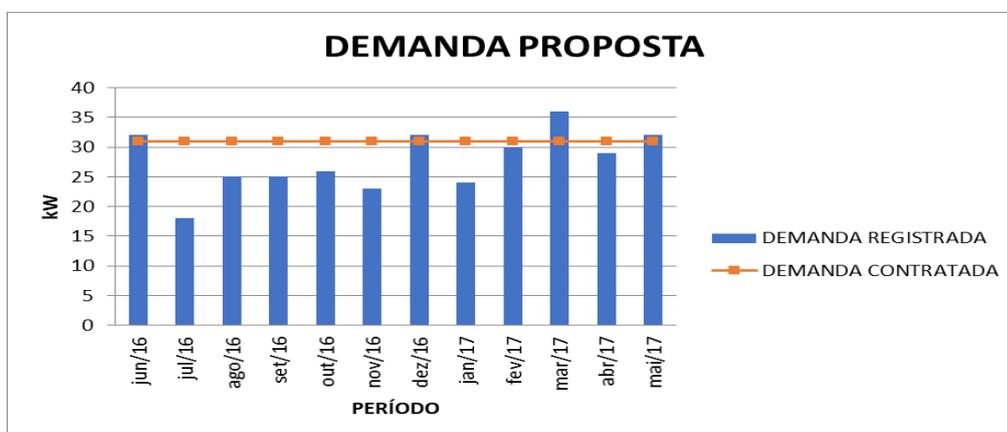
Gráfico 5: Ultrapassagens de demanda analisadas



FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

Dessa forma, analisando os dados acima, percebe-se claramente que a demanda contratada está acima da real necessidade da empresa. Assim, foi feito um estudo para o cálculo da demanda correta a ser contratada. Foram simulados cenários com tarifas entre 30kW e 50kW. Assim, com base no histórico de 1 ano, chegou-se ao cenário proposto no gráfico 6 com a demanda ideal de 31kW:

Gráfico 6: Demandas propostas ao SESI



FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

Observou-se que no cenário apresentado, há ultrapassagem de demanda em 4 dos 12 meses, porém em 2 desses meses, a ultrapassagem é de apenas 1kW, ficando assim dentro da margem de 5% em que não existe tarifação de excedente de demanda.

Tabela 4: Custos da demanda

MÊS/ANO	DEMANDA CONTRATADA	DEMANDA ATIVA HFP/ÚNICO		DEMANDA ATIVA HFP/ÚNICO S/ICMS		ULTRAPASSAGEM DEMANDA	
	kW	kW	R\$	kW	R\$	kW	R\$
jun/16	31	32	1.458,09	0	0,00	0	0,00
jul/16	31	18	820,77	13	444,58	0	0,00
ago/16	31	25	1.124,52	6	202,41	0	0,00
set/16	31	27	1.239,33	4	137,70	0	0,00
out/16	31	27	1.258,92	4	139,88	0	0,00
nov/16	31	24	1.107,54	7	242,27	0	0,00
dez/16	31	33	1.483,12	0	0,00	2	179,77
jan/17	31	25	1.123,10	6	202,16	0	0,00
fev/17	31	31	1.404,11	0	0,00	0	0,00
mar/17	31	37	1.722,90	0	0,00	6	558,78
abr/17	31	30	1.392,95	1	34,82	0	0,00
mai/17	31	32	1.455,62	0	0,00	0	0,00
TOTAL			R\$ 15.590,97		R\$ 1.403,84		R\$ 738,55

FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

Desse modo, notou-se que ao comparar as duas tabelas acima, é possível perceber que em 11 meses, o custo seria menor devido à menor quantidade de demanda não utilizada. Os únicos meses em que haveria cobrança por ultrapassagem de demanda contratada seria o mês de dezembro e março. Mesmo assim, o único mês em que o custo seria maior seria o mês de março, como apresentado pelo gráfico 6.

O custo total da demanda que o SESI teve nas 12 faturas analisadas foi de R\$24.297,99. Com a recontração de demanda, o custo projetado é de R\$17.733,36. Porém, para a realização do estudo de alteração de demanda e modalidade tarifária, é necessário atualizar os valores de impostos e tarifas de energia e demanda. Os valores para o mês de junho de 2017 são apresentados nas tabelas 5 e 6:

Tabela 5: Impostos incidentes na conta de energia para junho/2017

IMPOSTOS CONSIDERADOS	
ICMS	25,00%
PASEP	0,67%
COFINS	3,14%

FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

Tabela 6: Valores das modalidades tarifárias de média tensão para junho de 2017

DEMANDA				CONSUMO					
CONVENCIONAL	VERDE	AZUL		CONVENCIONAL	VERDE		AZUL		
ÚNICO	HFP	HP	HFP	ÚNICO	HP	HFP	HP	HFP	
31,86	9,06	31,67	9,06	0,36604	1,25163	0,35528	0,48442	0,35528	S/IMPOSTOS
44,75347661	12,7265065	44,4865852	12,7265065	0,514173339	1,75815424	0,49905886	0,68046074	0,49905886	C/IMPOSTOS

FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

Dessa forma, corrigindo os valores tarifários das últimas 12 faturas para os valores atuais, o custo anual atual com demanda é de R\$23.954,30. Já o custo projetado com a recontração de demanda para 31kW é de R\$17.353,16. Considerando, já em valores corrigidos para as taxas atuais, que o custo total das contas de energia em 1 ano foi de R\$38.738,66, esta ação de recontração impactará em na redução dos custos com energia elétrica para R\$32.137,52, representando uma economia financeira de 17,04%.

3.2.3 Tarifa Verde

Uma alternativa sugerida ao SESI foi quanto à tarifa convencional, que é a mudança para a tarifa horo-sazonal verde. Esta modalidade tem como características a tarifação de demanda em apenas 1 posto horário, assim como na tarifa convencional, porém o consumo de energia é tarifado em dois postos horários, o horário de ponta e o horário fora de ponta. Que quando comparada com a tarifa convencional, esta modalidade tarifária apresenta o custo de demanda muito menor, e o custo da energia no horário fora de ponta também é ligeiramente

menor, porém o custo de energia no horário de ponta é mais alto. Neste caso, a demanda a ser contratada que apresenta o menor custo na modalidade tarifária verde é 31kW. O custo anual projetado ao se enquadrar nesta tarifa é de R\$24.362,71 com consumo e demanda conforme tabela 7.

Tabela 7: Consumo e demanda sugeridos

Mês	DEMANDA			CONSUMO				TOTAL FATURA
	HFP	FATURADO	ULTRAPAS-SAGEM	HP	FATURADO	HFP	FATURADO	
jun/16	32	R\$ 407,25	R\$ 0,00	368	R\$ 647,49	1.928	R\$ 962,05	R\$ 2.016,78
jul/16	18	R\$ 353,16	R\$ 0,00	395	R\$ 693,74	2.065	R\$ 1.030,76	R\$ 2.077,66
ago/16	25	R\$ 375,43	R\$ 0,00	316	R\$ 554,99	1.652	R\$ 824,61	R\$ 1.755,03
set/16	27	R\$ 381,80	R\$ 0,00	329	R\$ 578,12	1.721	R\$ 858,97	R\$ 1.818,88
out/16	27	R\$ 381,80	R\$ 0,00	381	R\$ 670,61	1.997	R\$ 996,41	R\$ 2.048,82
nov/16	24	R\$ 372,25	R\$ 0,00	434	R\$ 763,11	2.272	R\$ 1.133,84	R\$ 2.269,20
dez/16	33	R\$ 419,97	R\$ 50,91	592	R\$ 1.040,61	3.098	R\$ 1.546,15	R\$ 3.057,64
jan/17	25	R\$ 375,43	R\$ 0,00	263	R\$ 462,49	1.377	R\$ 687,18	R\$ 1.525,10
fev/17	31	R\$ 394,52	R\$ 0,00	329	R\$ 578,12	1.721	R\$ 858,97	R\$ 1.831,61
mar/17	37	R\$ 470,88	R\$ 152,72	328	R\$ 577,55	1.720	R\$ 858,13	R\$ 2.059,28
abr/17	30	R\$ 391,34	R\$ 0,00	395	R\$ 693,74	2.065	R\$ 1.030,76	R\$ 2.115,84
mai/17	32	R\$ 407,25	R\$ 0,00	316	R\$ 554,99	1.652	R\$ 824,61	R\$ 1.786,85
Total		R\$ 4.731,08	R\$ 203,62	4.445	R\$ 7.815,57	23.269	R\$ 11.612,44	R\$ 24.362,71

FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

Nesta perspectiva, ao adicionar o custo de iluminação pública ao total calculado, tem-se o valor anual da fatura de energia elétrica igual a R\$24.897,27 e considerando o custo atual com os valores de tarifa corrigidos, R\$38.738,66, chega-se a uma economia de R\$13.841,39, 35,73% de todo o custo da conta de energia.

3.2.4 Tarifa Azul

Além da tarifa verde, outra possibilidade de readequação tarifária para clientes de média tensão é a tarifa azul. Ao se projetar o comportamento dos valores das faturas de energia utilizando a tarifa azul, tem-se o valor total, desconsiderando a taxa de iluminação pública, igual a R\$35.809,61, conforme a tabela 8, veja:

Tabela 8: Projeção de economia caso use tarifa azul

HP	DEMANDA					CONSUMO				TOTAL FATURA
	FATURADO	ULTRAP. HP	HFP	FATURADO	ULTRAP. HFP	HP (kWh)	FATURADO	HFP (kWh)	FATURADO	
28	R\$ 1.312,35	R\$ 0,00	32	R\$ 407,25	R\$ 0,00	368	R\$ 250,60	1.928	R\$ 962,05	R\$ 2.932,25
16	R\$ 1.178,89	R\$ 0,00	18	R\$ 353,16	R\$ 0,00	395	R\$ 268,50	2.065	R\$ 1.030,76	R\$ 2.831,32
22	R\$ 1.245,62	R\$ 0,00	25	R\$ 375,43	R\$ 0,00	316	R\$ 214,80	1.652	R\$ 824,61	R\$ 2.660,47
18	R\$ 1.201,14	R\$ 0,00	27	R\$ 381,80	R\$ 0,00	329	R\$ 223,75	1.721	R\$ 858,97	R\$ 2.665,65
26	R\$ 1.290,11	R\$ 0,00	27	R\$ 381,80	R\$ 0,00	381	R\$ 259,55	1.997	R\$ 996,41	R\$ 2.927,86
23	R\$ 1.256,75	R\$ 0,00	24	R\$ 372,25	R\$ 0,00	434	R\$ 295,35	2.272	R\$ 1.133,84	R\$ 3.058,19
29	R\$ 1.323,48	R\$ 0,00	33	R\$ 419,97	R\$ 50,91	592	R\$ 402,75	3.098	R\$ 1.546,15	R\$ 3.743,25
25	R\$ 1.278,99	R\$ 0,00	25	R\$ 375,43	R\$ 0,00	263	R\$ 179,00	1.377	R\$ 687,18	R\$ 2.520,60
29	R\$ 1.323,48	R\$ 0,00	31	R\$ 394,52	R\$ 0,00	329	R\$ 223,75	1.721	R\$ 858,97	R\$ 2.800,72
37	R\$ 1.646,00	R\$ 622,81	37	R\$ 470,88	R\$ 152,72	328	R\$ 223,53	1.720	R\$ 858,13	R\$ 3.974,08
25	R\$ 1.278,99	R\$ 0,00	30	R\$ 391,34	R\$ 0,00	395	R\$ 268,50	2.065	R\$ 1.030,76	R\$ 2.969,59
25	R\$ 1.278,99	R\$ 0,00	32	R\$ 407,25	R\$ 0,00	316	R\$ 214,80	1.652	R\$ 824,61	R\$ 2.725,65
	R\$ 15.614,79	R\$ 622,81		R\$ 4.731,08	R\$ 203,62	4.445	R\$ 3.024,87	23.269	R\$11.612,44	R\$ 35.809,61

FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

Notou-se que nesta modalidade tarifária azul, o consumidor é tarifado em dois postos horários tanto para a demanda quanto o consumo, horários de ponta e fora de ponta. Conforme apresentado na tabela acima, a demanda em horário fora de ponta para a tarifa azul,

assim como a verde, possui um valor muito abaixo do valor da tarifa convencional. Porém, difere da tarifa verde, pois na tarifa azul também existe uma tarifa para demanda no horário de ponta, sendo esta de valor mais alto que o valor da demanda da tarifa verde, e igual ao valor da demanda da tarifa convencional. Já para o consumo, assim como na tarifa verde, a tarifa azul apresenta dois valores. No horário fora de ponta, o valor da tarifa de consumo é ligeiramente menor ao valor da tarifa convencional e igual ao valor da tarifa verde. Já no horário de ponta, o valor da tarifa é um pouco maior que o valor da tarifa convencional e muito menor que o valor da tarifa verde.

Portanto, ao se adicionar o custo anual da iluminação pública, a projeção anual do custo da energia é de R\$36.344,17 e ao comparar com o custo atual de energia corrigido, R\$38.738,66, a economia projetada é de R\$2.394,49, representando uma redução de 6,18%.

3.2.5 Cliente Classe B (Baixa Tensão)

A categoria tarifária B (baixa tensão), apresenta como característica a tarifação apenas do consumo de energia, sem diferenciação horo-sazonal. Na tabela a seguir, são apresentados os valores projetados para a tarifa de baixa tensão sobre o consumo do último ano.

Tabela 9: Custos projetados para a tarifa classe B comercial

MESES	BAIXA TENSÃO
jun/16	R\$ 1.810,03
jul/16	R\$ 1.939,32
ago/16	R\$ 1.551,46
set/16	R\$ 1.616,10
out/16	R\$ 1.874,68
nov/16	R\$ 2.133,25
dez/16	R\$ 2.908,98
jan/17	R\$ 1.292,88
fev/17	R\$ 1.616,10
mar/17	R\$ 1.614,52
abr/17	R\$ 1.939,32
mai/17	R\$ 1.551,46
	R\$ 21.848,08

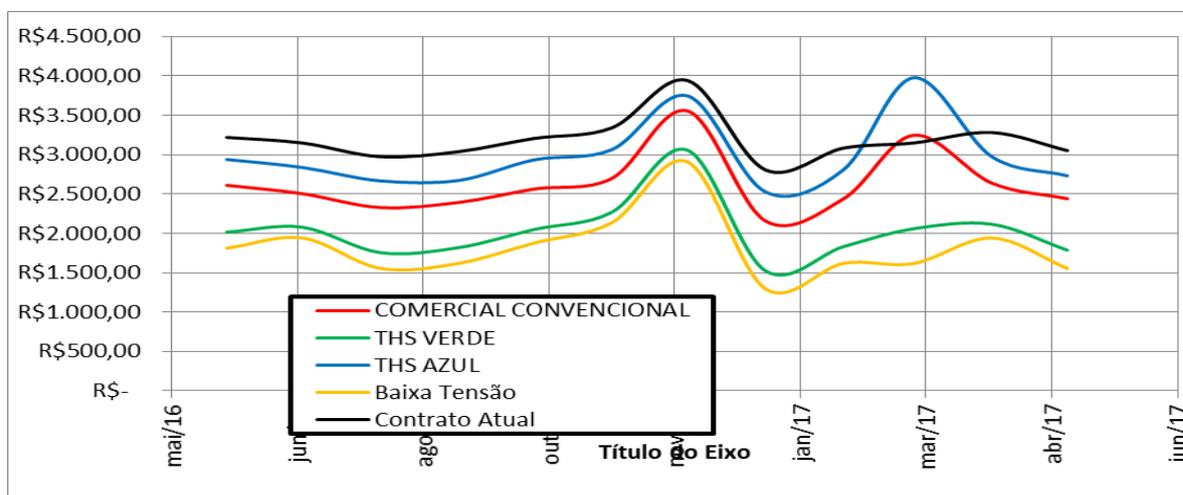
FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

Viu-se, assim, que no mês de junho de 2017, o valor do kWh para o cliente B comercial foi de R\$0,78834105914. Apesar de apresentar um custo maior para o kWh em relação às outras modalidades tarifárias, o cliente de baixa tensão não é cobrado por sua demanda. Este fato é um diferencial positivo para o SESI, pois, conforme o gráfico 4, 64% dos custos energéticos são relativos à demanda.

Conforme visto na tabela 9 os custos projetados são de R\$21.848,08 com energia elétrica. Quando adicionado o valor de contribuição de iluminação pública, R\$534,56, os custos anuais são de R\$22.382,64. Pode-se perceber claramente a grande diferença entre este valor apresentado e o custo atual R\$38.738,66. A economia projetada apenas com a alteração de contrato de modalidade tarifaria atinge R\$16.356,02 por ano, representando uma redução de 42,22% no total da conta.

O gráfico 7 apresenta a comparação dos custos com demanda e consumo, exceto a contribuição de iluminação pública que independe da modalidade tarifária. A linha preta, representa o contrato atual do SESI, tarifa convencional com demanda contratada igual a 50kW. A linha azul representa a modalidade tarifária azul, com demanda contratada de 30kW em horário de ponta e 31kW em horário fora de ponta. A linha verde representa a modalidade tarifária verde, com demanda contratada de 31kW. Em vermelho é apresentado o estudo da manutenção do contrato da tarifa convencional, porém com recontratação da demanda para 31kW. E, em roxo, é apresentado o custo ao longo de 1 ano com alteração para o grupo tarifário de baixa tensão, grupo B.

Gráfico 7: Comportamento das tarifas estudadas ao longo do ano



FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

Observou-se que os dados apresentados no gráfico 7, que a modalidade mais vantajosa a ser considerada pelo SESI é a alteração do contrato com a CEMIG para que seja atendido em baixa tensão. Com isto, a redução projetada para a conta de energia será de 42,22%.

3.3 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

3.3.1 Considerações a Respeito da Carga Analisada

Nas visitas realizadas no SESI, foi levantado que os maiores consumidores de energia são a iluminação, e nos meses quentes, também os sistemas de refrigeração, Por isso, como esta visita foi feita no inverno, as cargas que representam os sistemas de refrigeração não foram mensuradas, apenas a iluminação.

O SESI apresenta como característica uma alta potência de iluminação instalada no palco, sendo utilizada durante os espetáculos. Portanto, a metodologia de medição que é realizada na indústria, que é a medição em um período curto e projeção para todo o ano não se aplica aqui. Para o levantamento de dados confiáveis seriam necessários vários meses de medições para compor o consumo de energia proveniente desta iluminação, assim, este estudo foi realizado considerando-se os sistemas de iluminação que independentemente de haver ou não espetáculos são utilizados.

3.3.1.1 Levantamento da Carga Considerada no Estudo

Foi realizado um levantamento completo de toda a carga instalada referente à iluminação no SESI. A carga de utilização periódica na qual foi possível realizar o estudo é apresentada na tabela 10. Desse modo, a potência instalada referente às cargas apresentadas na tabela 9 é de 4,41kW. A carga total levantada em que é possível exercer ações de eficiência energética impactantes, considerando iluminação, ares-condicionados e chuveiros, é 212,0265kW.

Viu-se que a carga estudada representa apenas 2,08% de toda a carga levantada, porém o seu consumo de energia, estimado com base em dados levantados no local é de 38,8%, 10.754kWh, de todo o total, 27.714kWh.

Tabela 10: Levantamento da carga de iluminação no SESI

LOCAL	TIPO EQUIPAM.	POTÊNCIA(W)	QUANTIDADE
Auditório	Vapor de sódio	400	2
	Reator	120	2
Palco	Vapor de sódio	400	3
	Reator	120	3
Escada Atrás Palco	Fluor. Comp.	15	2
Entrada Subsolo	Fluorescente comp.	20	1
Após Entrada Subsolo	Fluorescente comp.	46	1
		36	1
		20	3
Área Ext. Fundos	Fluor. Comp.	15	4
Corredor externo auditório	Fluor. Comp.	15	8
Entrada Principal Auditório	Fluor. Comp.	15	3
Entrada Lateral	Led	50	1
		5	1
	Halógena	150	2
	Fluor. Comp.	15	4
Sala Exposição	Fluor. Tubular	40	12
	Reator	12	6
	Fluor. Tubular	20	2
	Reator	6	1
Corredor lateral Trafo	Fluor. Comp.	15	2
		20	1
Área do Transformador	Fluor. Comp.	15	6
		20	1
Recepção	Fluor. Comp.	20	11

FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

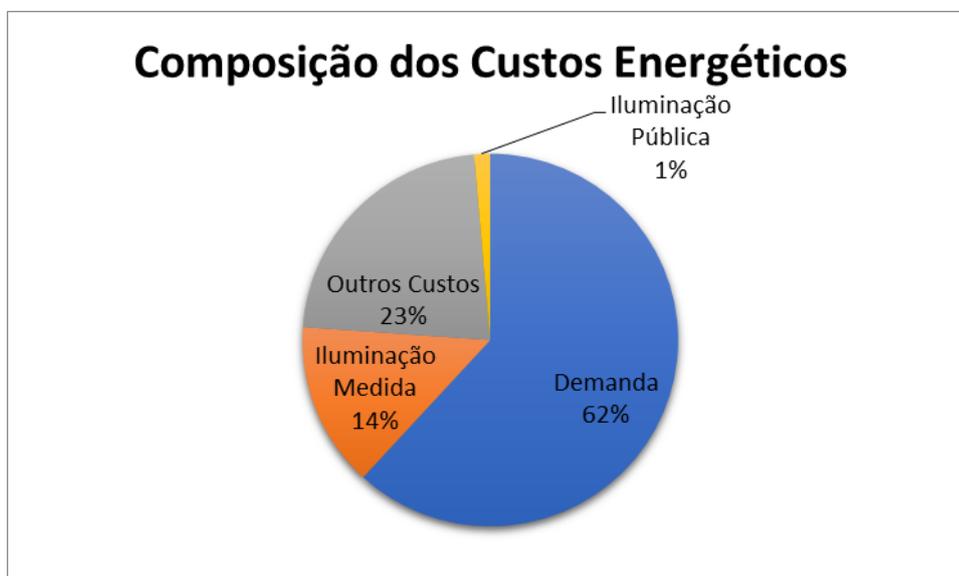
Gráfico 8: Composição do Consumo de Energia do SESI



FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

Cabe ressaltar, que o valor apresentado no gráfico 8 é de 39,0% relativo apenas à iluminação considerada no estudo, e o restante 61% são relativos a todos os outros gastos de energia da instituição. A parcela real de consumo da iluminação em relação ao consumo total é maior que os 39% apresentados. Já o custo representado por esta parcela de iluminação estudada é de R\$5.529,30 por ano, 14,27% de todo o custo anual das faturas de energia. O gráfico a seguir ilustra dos custos energéticos do SESI.

Gráfico 9: Composição dos Custos Energéticos do SESI



FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

Portanto, a partir da análise deste gráfico, percebe-se que uma ação imediata nesta carga de iluminação pode apresentar impacto considerável na fatura de energia, pois 62% é a demanda.

3.4 Proposta para melhoria de eficiência da Iluminação

Viu-se que no auditório do SESI possui:

1. dois refletores de vapor de sódio 400W com um reator de 120W cada. Com uma potência instalada de 1,02kW, estes refletores funcionam em média por 11 horas diárias. Assim, ao ano são consumidos 2.985kWh gerando um custo de R\$1.534,61.

2. o palco possui em funcionamento 3 refletores de vapor de sódio 400W com um reator de 120W cada em funcionamento. 1 destes refletores permanece em funcionamento por 11 horas diárias. O consumo anual calculado é de 1.492kWh a um custo de R\$767,38.
3. a escada atrás do palco que dá acesso ao subsolo possui 2 lâmpadas fluorescentes compactas de 15W que permanecem em funcionamento por 49 horas semanais. Isto acarreta em um consumo de 77kWh/ano, tendo o custo de R\$39,44.
4. o hall de entrada do subsolo possui uma lâmpada fluorescente compacta de 20W que funciona por 49 horas semanais. O custo anual resultante é de R\$26,29 referente ao consumo de 51kWh.
5. o hall de entrada do subsolo possui 5 lâmpadas fluorescentes compactas sendo uma de 46W, uma de 36W, e três de 20W. O período de funcionamento médio é de 49 horas semanais. Assim o consumo é de 363kWh/ano, tendo o custo de R\$186,68.
6. no fundo externo do SESI existe uma rua externa que possui 4 lâmpadas fluorescente compactas de 15W que permanecem acesas durante a noite, 12 horas por dia em média. O consumo relativo a este regime de funcionamento é 263kWh/ano a um custo de R\$135,22.
7. no corredor externo que vai dar no auditório possui 8 lâmpadas fluorescentes compactas de 15W que funcionam durante a noite, 12 horas diárias. Seu consumo anual é de 526kWh custando R\$270,43.
8. na entrada principal do auditório, onde se localizam as escadas que dão acesso ao piso superior possui 3 lâmpadas fluorescentes compactas de 15W. São consumidos 129kWh/ano tendo um custo financeiro de R\$66,49 considerando o regime de 11 horas diárias de funcionamento.
9. na entrada lateral do auditório, por onde é feito o acesso à sala de exposição e à área administrativa, tem refletor led de 50W, dois refletores de lâmpadas halógenas de 150W cada, uma lâmpada led de 5W e 4 lâmpadas fluorescentes compactas de 15W. Sendo que o seu funcionamento ocorre no período noturno, 12 horas por dia, o consumo de energia anual relativo a estas lâmpadas é de 1.819kWh tendo o custo de R\$935,26.
10. a sala de exposição tem 6 luminárias com duas lâmpadas tubulares de 40W e um reator de 12W cada e uma luminária com duas lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W e um reator de 6W. Com o tempo médio de funcionamento de 11 horas diárias, o consumo anual de energia é de 1.717kWh e o custo anual R\$882,39.
11. o corredor lateral externo que dá acesso ao poste do transformador tem duas lâmpadas fluorescentes compactas de 15W e uma lâmpada fluorescente compacta de 20W. Como

funcionam durante a noite, aproximadamente 12 horas por dia, o consumo é de 219kWh/ano tendo o custo de R\$112,68.

12. a área dos fundos onde está localizado o poste com o transformador tem 7 lâmpadas fluorescentes compactas, sendo 6 lâmpadas de 15W e 1 lâmpada de 20W. Tendo o regime de funcionamento de 12 horas diárias, o consumo anual é de 482kWh a um custo de R\$247,90.

13. a recepção tem 11 lâmpadas fluorescentes compactas de 20W que funcionam por 11 horas diárias durante a semana. O consumo anual relativo a estas lâmpadas é de 631kWh com o custo de R\$324,63.

Percebeu-se que a carga de iluminação total do SESI apresentou um consumo de 10.754kWh por ano, a um custo de R\$5.529,30. Esta iluminação é responsável por 38,8% de todo o consumo de energia do SESI. Se houver alteração da modalidade tarifária na qual o SESI está enquadrado, o custo do kWh será alterado e conseqüentemente o custo do consumo de energia e o impacto das ações de eficiência energética cairá. Assim, é necessária a simulação do consumo das lâmpadas na tarifa de baixa tensão. Veja a composição de consumo e custos de tarifa convencional na tabela 11.

Tabela 11: Composição de consumo e custos da iluminação analisada na modalidade tarifária convencional

Local	Tipo Equipamento	Potência (w)	Quant.	Horas/dia	Horas/ano	kwh/ano	Custo Anual	% de Consumo
Auditório	Vapor de sódio	400	2	11	2870	2296	R\$ 1.180,47	8,28%
	Reator	120	2	11	2870	689	R\$ 354,14	2,49%
Palco	Vapor de sódio	400	3	3,667	957	1148	R\$ 590,29	4,14%
	Reator	120	3	3,667	957	344	R\$ 177,09	1,24%
Escada Atrás Palco	Fluor. Comp.	15	2	9,8	2557	77	R\$ 39,44	0,28%
Entrada Subsolo	Fluorescente comp.	20	1	9,8	2557	51	R\$ 26,29	0,18%
Após Entrada Subsolo	Fluorescente comp.	46	1	9,8	2557	118	R\$ 60,47	0,42%
		36	1	9,8	2557	92	R\$ 47,33	0,33%
		20	3	9,8	2557	153	R\$ 78,88	0,55%
Área Ext. Fundos	Fluor. Comp.	15	4	12	4383	263	R\$ 135,22	0,95%
Corredor externo auditório	Fluor. Comp.	15	8	12	4383	526	R\$ 270,43	1,90%
Entrada Principal Auditório	Fluor. Comp.	15	3	11	2870	129	R\$ 66,40	0,47%

Entrada Lateral	Led	50	1	12	4383	219	R\$ 112,68	0,79%
		5	1	12	4383	22	R\$ 11,27	0,08%
	Halógena	150	2	12	4383	1315	R\$ 676,09	4,74%
	Fluor. Comp.	15	4	12	4383	263	R\$ 135,22	0,95%
Sala Exposição	Fluor. Tubular	40	12	11	2870	1378	R\$ 708,28	4,97%
	Reator	12	6	11	2870	207	R\$ 106,24	0,75%
	Fluor. Tubular	20	2	11	2870	115	R\$ 59,02	0,41%
	Reator	6	1	11	2870	17	R\$ 8,85	0,06%
Corredor lateral Trafo	Fluor. Comp.	15	2	12	4383	131	R\$ 67,61	0,47%
		20	1	12	4383	88	R\$ 45,07	0,32%
Área do Transformador	Fluor. Comp.	15	6	12	4383	394	R\$ 202,83	1,42%
		20	1	12	4383	88	R\$ 45,07	0,32%
Recepção	Fluor. Comp.	20	11	11	2870	631	R\$ 324,63	2,28%
Total						10.754	R\$ 5.529,30	38,80%

FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

Quando comparados com a sugestão de mudança de tarifa, foi possível perceber, ao se comparar os valores totais da tabela 10 com a tabela 9, que o consumo é o mesmo, 10.754kWh/ano. Já o custo relacionado a este consumo subiu de R\$5.529,30 para R\$8.477,64. Isto ocorre devido ao valor mais alto do kWh da modalidade tarifária de baixa tensão em relação à modalidade tarifária de média tensão convencional. Atualmente a tecnologia LED se apresenta como a tecnologia mais eficiente para sistemas de iluminação.

Tabela 12: Composição de consumo e custos da iluminação analisada na modalidade tarifária de baixa tensão

Local	Tipo Equipamento	Potência (w)	Quant.	Horas/dia	Horas/ano	Kwh/ano	Custo Anual	% de Consumo
Auditório	Vapor de sódio	400	2	11	2870	2296	R\$ 1.809,92	8,28%
	Reator	120	2	11	2870	689	R\$ 542,98	2,49%
Palco	Vapor de sódio	400	3	3,667	957	1148	R\$ 905,04	4,14%
	Reator	120	3	3,667	957	344	R\$ 271,51	1,24%
Escada Atrás Palco	Fluor. Comp.	15	2	9,8	2557	77	R\$ 60,47	0,28%
Entrada Subsolo	Fluorescente comp.	20	1	9,8	2557	51	R\$ 40,31	0,18%
Após Entrada Subsolo	Fluorescente comp.	46	1	9,8	2557	118	R\$ 92,72	0,42%
		36	1	9,8	2557	92	R\$ 72,56	0,33%
		20	3	9,8	2557	153	R\$ 120,94	0,55%
Área Ext. Fundos	Fluor. Comp.	15	4	12	4383	263	R\$ 207,32	0,95%
Corredor	Fluor. Comp.	15	8	12	4383	526	R\$ 414,64	1,90%

externo auditório								
Entrada Principal Auditório	Fluor. Comp.	15	3	11	2870	129	R\$ 101,81	0,47%
Entrada Lateral	Led	50	1	12	4383	219	R\$ 172,76	0,79%
		5	1	12	4383	22	R\$ 17,28	0,08%
	Halógena	150	2	12	4383	1315	R\$ 1.036,59	4,74%
	Fluor. Comp.	15	4	12	4383	263	R\$ 207,32	0,95%
Sala Exposição	Fluor. Tubular	40	12	11	2870	1378	R\$ 1.085,95	4,97%
	Reator	12	6	11	2870	207	R\$ 162,89	0,75%
	Fluor. Tubular	20	2	11	2870	115	R\$ 90,50	0,41%
	Reator	6	1	11	2870	17	R\$ 13,57	0,06%
Corredor lateral Trafo	Fluor. Comp.	15	2	12	4383	131	R\$ 103,66	0,47%
		20	1	12	4383	88	R\$ 69,11	0,32%
Área do Transformador	Fluor. Comp.	15	6	12	4383	394	R\$ 310,98	1,42%
		20	1	12	4383	88	R\$ 69,11	0,32%
Recepção	Fluor. Comp.	20	11	11	2870	631	R\$ 497,73	2,28%
Total						10.754	R\$ 8.477,64	38,80%

FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

Portanto, apesar de ser ligeiramente mais cara, a lâmpada LED em muitos casos se apresenta como a situação ideal. Assim, o estudo propõe a troca da iluminação utilizada por LED, apresentando o tempo de retorno do investimento. As potências das lâmpadas LED sugeridas para a substituição das lâmpadas atuais, com seus respectivos custos unitários são dadas na tabela seguinte.

Tabela 13: Relação de substituição das lâmpadas LED e seus respectivos custos unitários

Lâmpada	Potência (W)	Potência led (W)	Preço
Vapor de Sódio	400	200	R\$ 224,99
Fluor. Compacta	15	7	R\$ 8,80
	20	10	R\$ 8,49
	36	15	R\$ 18,90
	46	18	R\$ 23,06
Fluor. Tubular	20	9	R\$ 16,14
	40	18	R\$ 21,50
Halógena	150	30	R\$ 36,90

FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

Sugeriu-se que ao substituir a iluminação estudada por LED, o SESI terá chegado a uma economia de 6.675kWh por ano. E considerando que o consumo anual é de 27.714kWh, esta substituição representará uma redução de 24,09% em todo o consumo de energia do SESI. Financeiramente, a projeção de redução de custos com esta ação é de R\$5.072,07 por ano conforme apresentado na tabela a seguir.

E quando se propõe a troca das lâmpadas, para esta ação, se vê que o investimento estimado é de R\$1.930,52. Assim, o payback¹ simples calculado sobre a economia financeira é de 4 meses e 17 dias. É importante ressaltar que esta proposta envolve ações que a consultoria considera emergenciais, pois o retorno de investimento é extremamente atrativo. As outras lâmpadas não descritas neste estudo também devem ser substituídas por LED, porém devido ao alto custo e um tempo menor de utilização destas lâmpadas, o tempo de retorno é maior. Note a tabela 14.

Tabela 14: Projeção de impacto energético e financeiro da ação de troca de iluminação do SESI

Local	Tipo de Lâmpada	Potência (w)	kwh/ano	Custo R\$/ano	Economia	Investim ^o	Payback (meses)
Auditório	Refletor Led	200	1148	R\$ 904,96	R\$ 1.447,93	R\$ 449,98	3,73
Palco	Refletor Led	200	574	R\$ 452,52	R\$ 724,03	R\$ 674,97	11,19
Escada Atrás Palco	Led Comp.	7	36	R\$ 28,22	R\$ 32,25	R\$ 17,60	6,55
Entrada Subsolo	Led Comp.	10	26	R\$ 20,16	R\$ 20,16	R\$ 8,49	5,05
Após Entrada Subsolo	Led Comp.	18	46	R\$ 36,28	R\$ 56,44	R\$ 23,06	4,90
	Led Comp.	15	38	R\$ 30,23	R\$ 42,33	R\$ 18,90	5,36
	Led Comp.	10	77	R\$ 60,47	R\$ 60,47	R\$ 25,47	5,05
Área Ext. Fundos	Led Comp.	7	123	R\$ 96,75	R\$ 110,57	R\$ 35,20	3,82
Corredor externo auditório	Led Comp.	7	245	R\$ 193,50	R\$ 221,14	R\$ 70,40	3,82
Entrada Principal Auditório	Led Comp.	7	60	R\$ 47,51	R\$ 54,30	R\$ 26,40	5,83
Entrada Lateral	Refletor Led	30	263	R\$ 207,32	R\$ 829,27	R\$ 73,80	1,07
	Led Comp.	7	123	R\$ 96,75	R\$ 110,57	R\$ 35,20	3,82
Sala Exposição	Led Tubular	18	620	R\$ 488,68	R\$ 760,17	R\$ 258,00	4,07
	Led Tubular	9	52	R\$ 40,72	R\$ 63,35	R\$ 32,28	6,11
Corredor lateral Trafo	Led Comp.	7	61	R\$ 48,37	R\$ 55,28	R\$ 17,60	3,82
	Led Comp.	10	44	R\$ 34,55	R\$ 34,55	R\$ 8,49	2,95

¹ Retorno de investimento necessário para executar uma tarefa.

Área do Transformador	Led Comp.	7	184	R\$ 145,12	R\$ 165,85	R\$ 52,80	3,82
	Led Comp.	10	44	R\$ 34,55	R\$ 34,55	R\$ 8,49	2,95
Recepção	Led Comp.	10	316	R\$ 248,86	R\$ 248,86	R\$ 93,39	4,50
			4.079	R\$ 3.215,53	R\$ 5.072,07	R\$ 1.930,52	4,57

FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

Ao substituir mais lâmpadas convencionais pelas as lâmpadas de LED a redução do consumo de energia certamente será maior que os 24,09% já apresentados neste estudo. Quando se sugeriu economia e eficiência energética para o SESI, as lâmpadas de Led são as mais eficientes.

Tabela 15: Resultados encontrados para o SESI

INDICADORES							
Item Analisado	Resumo da Ação de Melhoria Proposta	Economia Anual Estimada		Redução (%)		Investimento Previsto	Tempo de Retorno do Investimento (meses)
		kWh/ano	Valor	kWh/ano	R\$/ano		
Modalidade Tarifária	Alteração para Contrato para Baixa Tensão	-	R\$ 16.356,02	-	42,22%	-	Imediato
Iluminação	Troca de Iluminação por Led	6.675	R\$5.072,07	24,09%	13,09%	R\$ 1.930,52	4,57
Total	Energia Elétrica	6.675	R\$ 21.428,09	24,09%	55,31%	R\$ 1.930,52	1,08

FONTE: RELATÓRIO DO SENAI/2017

Percebeu-se, conforme a tabela 15, que as ações que o SESI deve tomar para as respectivas reduções de consumo de energia e ter economia financeira vai além dos valores encontrados, pois precisaria analisar os gastos de energia no verão com a parte de refrigeração do prédio. A ação de alteração do contrato de modalidade tarifária a ser realizado junto a CEMIG projeta a redução financeira anual no custo com energia de R\$16.356,02. Este valor representa 42,22% de todo o custo que o SESI em suas faturas de energia elétrica. Esta é uma ação de payback² imediato, pois não são esperados custos na alteração de contrato.

² Retorno de investimento necessário para executar uma tarefa.

Na ação de troca da iluminação estudada por LED projeta uma redução no consumo de energia elétrica equivalente a 6.675kWh por ano, equivalente a 24,09% de todo o consumo energético do SESI. Esta redução de consumo, já considerando a alteração da modalidade tarifária para cliente de baixa tensão, projeta uma redução financeira anual de R\$5.072,07, 13,09% do custo anual com as faturas de energia. Esta ação necessita de um investimento estimado em R\$1.930,52. O tempo de retorno esperado para este investimento é de menos de 5 meses.

Ao implantar as ações propostas, projeta-se uma redução total no consumo de energia de 24,09%. A redução no custo projetada é de R\$21.428,09. Esta redução representa 55,31% de todo o custo com energia elétrica. As ações imediatas projetam um investimento de R\$1.930,52, portanto, executadas as ações de eficiência energética propostas, é esperado o retorno de investimento em menos de 2 meses. É muito importante ressaltar que os valores foram apresentados considerando apenas cargas que puderam ser analisadas no curto prazo. O SESI ainda apresenta grandes consumidores de energia que não foram considerados neste estudo, que são os outros sistemas de iluminação e os sistemas de climatização.

Portanto, para a realização de um estudo mais aprofundado, que apresente uma base de dados segura com relação ao sistema de iluminação, é necessário a realização de medições durante vários meses para que seja contemplada toda a oscilação na utilização das lâmpadas. E o sistema de climatização deve ser analisado nos meses quentes do ano, visto que não são necessários durante o inverno. Medidas de eficiência que sejam implantadas também para estes dois sistemas citados tendem a aumentar ainda mais o ganho de eficiência apresentados no relatório final ao SESI.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se faz relevante, pois quando se pensa em eficiência energética, pensa-se em economia, em consumo sustentável. Por isso que a eficiência energética em qualquer edificação deve ser a tendência sustentável, pois estas ações podem gerar bons resultados, desde que sejam respeitadas as propostas que devem ser cumpridas e monitoradas constantemente. Assim, este estudo mostrou que o enquadramento tarifário e a adequação da demanda que poderá ser contratada pelo SESI envolve diretamente o papel da gestão energética eficaz, com a principal finalidade de identificar e aplicar método que diminua o consumo e custo com energia elétrica.

Para isso, que se levou em conta um relatório de gastos, custos e sugestões a economia no SESI/MARIANA, MG. Foi sugerido que o SESI deve fazer a troca das lâmpadas tradicionais pelas lâmpadas de LED, porque se fará grande economia/ano. Outra sugestão foi a troca do contrato de energia elétrica por um contrato mais eficiente, pois reduzirá o gasto com energia elétrica substancialmente no ano. Viu-se que essa revisão técnica da demanda contratada e do enquadramento tarifário para a economia do SESI, buscou, assim, eliminar os possíveis desperdícios contratuais com energia elétrica e das lâmpadas.

Desse modo, o SENAI pensando no desenvolvimento sustentável sugeriu ao SESI/Mariana, usou racional de energia através da troca de lâmpadas fluorescente para as lâmpadas de LED. O projeto foi feito com o objetivo de trazer economia para a instituição, que segundo cálculos na mudança tarifária é de 16.356,00 reais, correspondendo a 42, 22% de todo o custo que o SESI paga em suas faturas. E na ação de troca da iluminação estudada por LED projeta uma redução no consumo de energia elétrica equivalente a 6.675kWh por ano, equivalente a 24,09% de todo o consumo energético do SESI, com economia de financeira anual de R\$5.072,07, 13,09% do custo anual com as faturas de energia, e o tempo de retorno esperado para este investimento é de menos de 5 meses.

REFERÊNCIAS

- BUSSE, Bruna Nascimento. **Textos acadêmicos sobre eficiência energética**: uma amostra quantitativa dos últimos 40 anos de pesquisa. 2010. Disponível em: Revista online “Especialize”, www.googleacademico.com.br/1644617.pdf, acesso dia: 29/04/2019.
- BAPTISTA, Danilo Febroni. **Estrutura da tarifa branca de Energia Elétrica no Brasil**: análise crítica e proposição metodológica. 2016. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/30527/30527.PDF>, acesso dia: 09/05/2019.
- BRASIL. **Lei nº. 9.991**, de 24 de julho de 2000. Disponível em www.leidireto.com.br, acesso em: 29/04/2019.
- BRASIL. **Lei nº. 10.295**, de 17 de outubro de 2001. Disponível em: <http://www.leidireto.com.br>, acesso em: 29/04/2019.
- BRASIL. Ministério Minas e Energias. **Balço energético nacional, ano base 2017**. 2018. Disponível em: www.ministeriominasenergia.gov.br, acesso dia: 29/04/2019.
- BRASIL. Ministério do Planejamento. Cartilha Energia. **Como analisar os gastos em energia elétrica**. 2015. Disponível em: www.ministerioplanejamento.gov.br/pdf, acesso dia: 29/04/2019.
- BRASIL. Resolução nº 414/2010. **Direitos e deveres dos consumidores e distribuidores**. 2016. Disponível em: www.aneel.com.br, acesso dia: 29/04/2019.
- BRASIL. Programa Brasil mais produtivo. **Consultoria para eficiência energética**. Relatório Técnico. 2017. Disponível em: SESI/MARIANA/SISTEMA FIEMG.
- CNI – “Confederação Nacional da Indústria”. **Eficiência energética**: o que foi feito no Brasil, oportunidades de redução de custos e experiência internacional. Brasília. 2009. Disponível em: www.google.com.br, acesso em: 29/04/2019.
- CARVALHO, Sérgio Silva de. **A eficiência energética na execução de um projeto industrial**. 2013. Disponível online na Revista Científica Semana Acadêmica, INSS 2236-6717, acesso dia: 29/04/2019.
- CAMPOS, Juliano Garcia & LOPES JR, Luiz Carlos. **Eficiência Energética em sistema de Iluminação pública utilizando Luminárias LED**. 2013. Disponível em: BRASIL. **Artigos sobre programa de eficiência energética**. Revista de Eficiência Energética. 2017.3ª edição. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/pdf>, acesso dia: 06/05/2019.
- FUGIMOTO, Sérgio Kinja. **Estrutura de tarifas de energia elétrica análise crítica e proposições metodológicas**. 2010. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/pdf>, acesso dia: 09/05/2019.
- JANNUZZI, Gilberto De Martino. **Aumentando a eficiência nos usos finais de energia no Brasil**. 2001. Disponível em: <https://www.feagri.unicamp.br/pdf>, acesso dia: 06/05/2019.
- MAGALHÃES, Aline Souza & DOMINGUES, Edson Paulo. **Aumento da eficiência energética no Brasil**: uma opção para uma economia de baixo carbono. Revista Economia Aplicada, v. 20, n. 3, 2016, pp. 273-310., Disponível em: www.googleacademico.com.br, acesso dia: 06/05/2019.
- MANUAL CNI/SENAI. **Eficiência energética**. 2017. Disponível em: www.senai.com.br/pdf, acesso dia: 29/04/2019.

- MENKES, Mônica. **Eficiência energética, políticas públicas e sustentabilidade**. 2004. Tese de Doutorado. Disponível em: <https://www.iar.unicamp.br/pdf>, acesso dia: 05/05/2019.
- RAAD, Antônio & CARVALHO, Carla Marina Campos Pacheco. **Chamadas Públicas de Projetos do PEE da Light**. 2013. Disponível em: BRASIL. **Artigos sobre programa de eficiência energética**. Revista de Eficiência Energética. 2017.3ª edição. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/pdf>, acesso dia: 06/05/2019.
- SANTOS, Talía Simões dos; BATISTA, Marília Carone; POZZA, Simone Andréa & ROSSI, Luciana Savoi. **Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais**, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v20n4/1413-4152-esa-20-04-00595.pdf>, acesso dia: 06/05/2019.
- SENAI, **Relatório de Eficiência Energética para o SESI/MARIANA, MG**. 2017.
- SERRO, Bernardo Beck. **Enquadramento tarifário e adequação de demanda contratada: estudo de caso para a Associação dos Professores Universitários de Santa Maria**. 2018, ISSN 2179-5568. Revista Especialize On-line IPOG. Ano 9, Edição nº 15 Vol. 01
- SILVA, Minelle Enéas da. **Consumo sustentável: a articulação de um constructo sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável**. 2012. Disponível em: www.googleacademico.com.br/4126917.pdf, acesso dia: 29/04/2019.
- TORRE, Paloma Yara Guimaraes da; ALVES, Jean Carlos Machado & CORREA, Sávio Figueira Corrêa. **Análise de um modelo de eficiência energética para uma indústria têxtil mineira de grande porte**. 2016. Disponível em: http://www.abepro.org.br/236_373_29359.pdf, acesso dia: 05/05/2017.
- VIANNA, Raphaela Moll. **Uma Análise da Importância da Eficiência Energética no Setor Elétrico Brasileiro**. 2014. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/500/1/pdf>, acesso dia: 07/05/2019.