



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

RAUAN SANTOS DE LIMA E SILVA

**PROPOSTA DE UM PLANO DE AÇÃO DE GESTÃO ENERGÉTICA PARA
IMPLEMENTAÇÃO NA GESTÃO PÚBLICA**

FORTALEZA
2024

RAUAN SANTOS DE LIMA E SILVA

PROPOSTA DE UM PLANO DE AÇÃO DE GESTÃO ENERGÉTICA PARA
IMPLEMENTAÇÃO NA GESTÃO PÚBLICA

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

Orientador: Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara.

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S583p Silva, Rauan Santos de Lima e.
Proposta de um plano de ação de gestão energética para implementação na gestão pública / Rauan Santos de Lima e Silva. – 2024.
61 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2024.
Orientação: Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara.
1. eficiência energética. 2. planejamento. 3. gestão energética. 4. gestão pública. 5. Lean Energy. I.
Título.

CDD 621.3

RAUAN SANTOS DE LIMA E SILVA

PROPOSTA DE UM PLANO DE AÇÃO DE GESTÃO ENERGÉTICA PARA
IMPLEMENTAÇÃO NA GESTÃO PÚBLICA

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

Aprovada em: 26/09/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Luiz Henrique Silva Colado Barreto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. M.e. Francisco Glauber de Souza Cavalcante
Avaliador Externo

A Deus.

À minha família.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara, pela orientação e pelas sugestões para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. M.e. Tomaz Nunes Cavalcante Neto pelas contribuições durante a realização do estudo.

Agradeço também ao Eng. M.e. Francisco Glauber de Souza Cavalcante, cujas sugestões e comentários foram extremamente enriquecedores durante o processo de pesquisa e escrita deste trabalho.

Ao prof. Dr. Luiz Henrique Silva Colado Barreto, participante da banca examinadora, pela valiosa colaboração.

Agradeço aos meus pais, Cristiane e Raul, e à minha irmã, Ellen, pelo amor, apoio emocional e incentivo constante ao longo de toda a minha jornada acadêmica.

Agradeço à Tecsys Jr pela experiência e pelo desenvolvimento proporcionados durante a graduação, e aos amigos que surgiram durante essa trajetória, pela troca de experiências e pelo suporte, em especial aqueles que acompanharam esse caminho desde o começo: Aury, Danto, Maria, Mayro e Vinícius.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo” (Albert Einstein).

RESUMO

Com um aumento da demanda de energia elétrica a cada ano, juntamente com uma forte ênfase para a sustentabilidade, diversos setores no Brasil vêm buscando diferentes formas de reduzir seu consumo de energia elétrica. Isso inclui um foco maior na eficiência energética, gerando assim oportunidades para a redução do desperdício de energia elétrica, além de otimizar processos, promovendo o uso racional da energia elétrica pelos usuários. Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo realizar um planejamento energético para uma secretaria de gestão energética aplicada no setor de gestão pública. Será apresentada a metodologia que será empregada, o *Lean Energy*, que inclui conceitos do *Lean Six Sigma* aplicados na redução de desperdícios de energia elétrica, bem como as principais oportunidades a serem realizadas, para ser atingida uma economia entre 5% e 20% no consumo de energia elétrica. Será apresentado também um detalhe do planejamento para a Secretaria, com sugestões sobre o seu organograma e a sua atuação nos anos iniciais de implementação. Um estudo de caso também será apresentado, em um ambiente da Universidade Federal do Ceará (UFC), de forma a exemplificar uma possível atuação da secretaria na área da eficiência energética, e a importância do conhecimento desse programa por parte dos funcionários e dos alunos da instituição. Assim, este estudo propõe a implementação do *Lean Energy* na gestão pública, com o objetivo de integrar o conhecimento da metodologia *Lean*, os requisitos da norma ISO 50.001 e a análise de dados relacionados ao consumo de energia elétrica, além de fornecer uma orientação inicial para a implementação da Secretaria. A proposta visa melhorar a eficiência energética nas instituições públicas, resultando em economias no consumo de energia elétrica e a redução de impactos ambientais, promovendo práticas sustentáveis e contribuindo para o conhecimento sobre gestão energética. Através deste plano de ação, observa-se que apenas com algumas medidas simples que envolvem mudanças de hábitos por parte dos envolvidos já podem trazer resultados satisfatórios para a redução no consumo de energia elétrica, gerando assim um processo mais eficiente e econômico.

Palavras-chave: eficiência energética; planejamento; gestão energética; gestão pública; Lean Energy.

ABSTRACT

With an increasing demand for electricity each year, coupled with a strong emphasis on sustainability, various sectors in Brazil are seeking different ways to reduce their electricity consumption. This includes a greater focus on energy efficiency, creating opportunities to reduce electricity waste and optimize processes, thereby promoting the rational use of electricity by users. Thus, the present work aims to develop an energy plan for an energy management department applied in the public management sector. The methodology to be employed, Lean Energy, will be presented, which includes Lean Six Sigma concepts applied to reduce electricity waste, as well as the main opportunities to achieve a savings of between 5% and 20% in electricity consumption. A detailed plan for the department will also be provided, with suggestions regarding its organizational structure and its actions in the initial years of implementation. A case study will be presented in the context of the Federal University of Ceará (UFC) to exemplify a possible role of the department in the area of energy efficiency and the importance of this program's knowledge among the staff and students of the institution. Thus, this study proposes the implementation of Lean Energy in public management, aiming to integrate Lean methodology knowledge, the requirements of ISO 50.001, and data analysis related to electricity consumption, as well as providing initial guidance for the department's implementation. The proposal aims to improve energy efficiency in public institutions, resulting in savings in electricity consumption and a reduction in environmental impacts, promoting sustainable practices and contributing to knowledge about energy management. Through this action plan, it is observed that even simple measures involving changes in habits by those involved can bring satisfactory results in reducing electricity consumption, thereby creating a more efficient and economical process.

Keywords: energy efficiency; planning; energy management; public management; Lean Energy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Crescimento do consumo de energia elétrica nas classes consumidoras	14
Figura 2 – Integração das Políticas de Eficiência Energética	17
Figura 3 – Emissões de CO ₂ no Brasil	18
Figura 4 – Variação do consumo de energia elétrica no Brasil	19
Figura 5 – Práticas de Gestão Energética	20
Figura 6 – Pilares do programa de Gestão Energética	21
Figura 7 – Distribuição dos gastos com energia elétrica – 2016 – 2022	27
Figura 8 – Exemplo de Matriz Esforço/Impacto	34
Figura 9 – SIPOC da Secretaria de Gestão Energética	35
Figura 10 – Sugestão de Organograma para a Secretaria	36
Figura 11 – <i>Roadmap</i> proposto para a Secretaria	38
Figura 12 – Bloco 710	46
Figura 13 – Luminária presente nas salas do bloco 710	47
Figura 14 – Iluminação do corredor no período da manhã.	49
Figura 15 – Corredor com uso da iluminação natural pela manhã	49
Figura 16 – Exemplo de Aplicação da Metodologia DMAIC	50
Figura 17 – Temperatura do Condicionador de Ar	51
Figura 18 – Especificações de uma geladeira de pequeno porte	53
Figura 19 – Especificações de um bebedouro	53
Figura 20 – Bebedouro em que a temperatura pode ser ajustada	54
Figura 21 – Equipamentos da copa	55
Figura 22 – Impressoras que podem ser desligadas ao final do expediente	55

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Histórico de Consumo no Horário Ponta	41
Gráfico 2 – Histórico de Consumo no Horário Fora-Ponta	42
Gráfico 3 – Linha de Base Energética no Horário Ponta	42
Gráfico 4 – Linha de Base Energética no Horário Fora-Ponta	43
Gráfico 5 – Mapa de Calor do mês de fevereiro de 2024	44
Gráfico 6 – Perfil de consumo para uma semana normal em fevereiro de 2024	44
Gráfico 7 – Perfil de consumo para uma semana com feriado em fevereiro de 2024	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABESCO	Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia
AEE	Ação de Eficiência Energética
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>
CICE	Comissão Interna de Conservação de Energia
CIGE	Comitê Interno de Gestão Energética
CMD	Consumo Médio Diário
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESG	<i>Environmental, Social, and Governance</i>
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IES	Instituição de Ensino Superior
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LBE	Linha de Base Energética
MEC	Ministério da Educação
MGISP	Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos
MME	Ministério de Minas e Energia
PDI	Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PEE	Programa de Eficiência Energética
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROCEN	Programa de Conservação e Uso Eficiente de Energia Elétrica
SESU	Secretaria da Educação Superior
SGE	Sistema de gestão de energia
SIPOC	<i>Suppliers, Input, Process, Outputs, Customers</i>
UC	Unidade Consumidora
UFC	Universidade Federal do Ceará
USE	Uso Significativo de Energia

SUMÁRIO

1. Introdução	14
1.1 Justificativa.....	15
1.2 Objetivo Geral	15
1.3 Objetivos Específicos	15
1.4 Estrutura do Trabalho	16
2. Fundamentação Teórica	17
2.1 Eficiência Energética.....	18
2.2 Gestão Energética.....	19
2.3 A ISO 50.001.....	22
2.3.1 Ciclo PDCA.....	23
2.3.2 Política Energética	24
2.3.3 Planejamento Energético.....	24
2.3.4 Revisão Energética.....	25
2.3.5 Uso Significativo de Energia.....	25
2.3.6 Linha de Base Energética.....	25
2.3.7 Índice de Desempenho Energético.....	26
2.3.8 Fronteiras.....	26
2.3.9 Auditoria Energética	26
2.4 Eficiência Energética nas Instituições de Ensino Superior	26
2.5 <i>Lean Energy</i>	28
2.5.1 Método DMAIC.....	29
3. Plano de Ação	32
3.1 Metodologia	32
3.2 Proposta para a Secretaria de Gestão Energética	35
3.3 Estudo de Caso	40
3.3.1 Análise da Universidade	41
3.3.2 Análise do Bloco 710	46
3.4 Gestão	47
3.5 Iluminação	48
3.6 Climatização.....	50
3.7 Computadores	52
3.8 Ações Gerais.....	52
4. Conclusão	57
4.1 Trabalhos Futuros	58

5.Referências	60
----------------------------	-----------

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2023, publicado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), para o ano base de 2022, o consumo total de energia elétrica, no âmbito nacional, foi de 509 TWh, configurando um aumento de cerca de 2,4% se comparado com o consumo do ano anterior. Conforme a Figura 1, pode-se observar um crescimento em seis das oito classes de consumidores: residencial, industrial, comercial, poder público, iluminação pública e serviço público, sendo as classes rural e consumo próprio as exceções.

Figura 1 – Crescimento do consumo de energia elétrica nas classes consumidoras.



Fonte: Anuário Estatístico de Energia Elétrica – EPE (2023)

Diante deste cenário, a busca constante por maneiras de reduzir o consumo de energia elétrica vem sendo um grande foco, e uma alternativa que vem recebendo destaque é a implementação de um programa de eficiência energética, que confere uma redução de desperdícios de energia elétrica e consequentemente de consumo. A implantação desses programas e projetos de eficiência energética deve ser encorajada, principalmente por conta do aumento do consumo de energia elétrica que ocorre a cada ano, conforme evidenciado pela EPE, e da preocupação com a sustentabilidade, devido ao impacto causado pelo homem no meio-ambiente.

Para um programa de eficiência energética, é de fundamental importância o uso de uma metodologia de gestão de energia, como o *Lean Energy*, sendo baseado em conceitos do *Lean* aplicados para a redução do desperdício de energia elétrica, conforme abordado por CAVALCANTE.

Outras alternativas de metodologias incluem a gestão das faturas de energia, envolvendo estratégias para influenciar o padrão de consumo de energia elétrica e diminuir os

seus custos, buscando otimizar o uso durante períodos de alta e baixa demanda e utilizar diferentes tarifas de energia.

A Análise de Ciclo de Vida também é uma abordagem de gestão energética, que avalia os impactos ambientais, incluindo o consumo energético, de um produto ao longo de seu ciclo de vida, auxiliando na tomada de decisão acerca da substituição de equipamentos.

Para este trabalho, será utilizada a metodologia *Lean Energy*, visto que nela é realizada uma análise de como a energia elétrica é utilizada em uma unidade, identificando as medidas que podem ser adotadas para atingir a redução de consumo, e realizando o acompanhamento da implementação destas ações, cuja maioria são com nenhum ou pouco investimento, e são divididas em áreas de aplicação como iluminação e climatização. (CAVALCANTE, 2023).

1.1 Justificativa

De forma a orientar o setor de gestão pública, este trabalho tem como justificativa servir como um guia para a tomada de decisão frente à implantação de um programa de eficiência energética, através de um plano de ação que será proposto seguindo uma metodologia de gestão energética, o *Lean Energy*, aplicado como exemplo de estudo de caso na Universidade Federal do Ceará.

Além disso, há também o intuito de promover o uso eficiente de energia elétrica por parte dos colaboradores, havendo a participação deles para um maior engajamento do assunto tanto no ambiente interno da organização, para os demais funcionários, quanto para o ambiente externo, como forma de exemplo e compartilhamento do conhecimento para o público externo.

1.2 Objetivo Geral

O objetivo geral que se quer atingir neste trabalho é:

- Desenvolver um plano de ação para uma secretaria de gestão energética;

1.3 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos que se espera atingir neste trabalho são:

- Introduzir conceitos sobre eficiência energética e sua importância;
- Apresentar a metodologia de gestão energética que será aplicada;
- Apresentar uma sugestão de organograma da secretaria;
- Apresentar o plano de ação elaborado.

1.4 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está estruturado em 5 capítulos, divididos da seguinte maneira:

No capítulo 1 será realizada uma introdução sobre o tema abordado, com justificativa, objetivos gerais, específico e a própria estruturação.

O capítulo 2 possui a fundamentação teórica do trabalho, e abordará diversos aspectos fundamentais relacionados à gestão e eficiência energética. Inicialmente, serão discutidos os princípios da eficiência energética, seguidos pela importância da gestão energética nas organizações. Um foco especial será dado à norma ISO 50.001, que define diretrizes para sistemas de gestão de energia, abrangendo o ciclo PDCA, políticas energéticas, planejamento e revisão energética, identificação de uso significativo de energia, linha de base e índice de desempenho energético, além de auditoria energética. Além disso, será explorada a aplicação da eficiência energética em instituições de ensino superior, destacando os benefícios e desafios específicos desse contexto. Finalmente, o conceito de *Lean Energy* será introduzido juntamente com o uso do método DMAIC para a melhoria contínua do desempenho energético.

O Capítulo 3 deste trabalho detalha a metodologia e o plano de ação sugerido para a Secretaria de Gestão Energética, além de um estudo de caso proposto para melhorar a eficiência energética na área de estudo. As ações propostas foram divididas em áreas como gestão, iluminação, climatização, computadores e ações gerais.

O capítulo 4 aborda as conclusões do trabalho e as sugestões para pesquisas futuras.

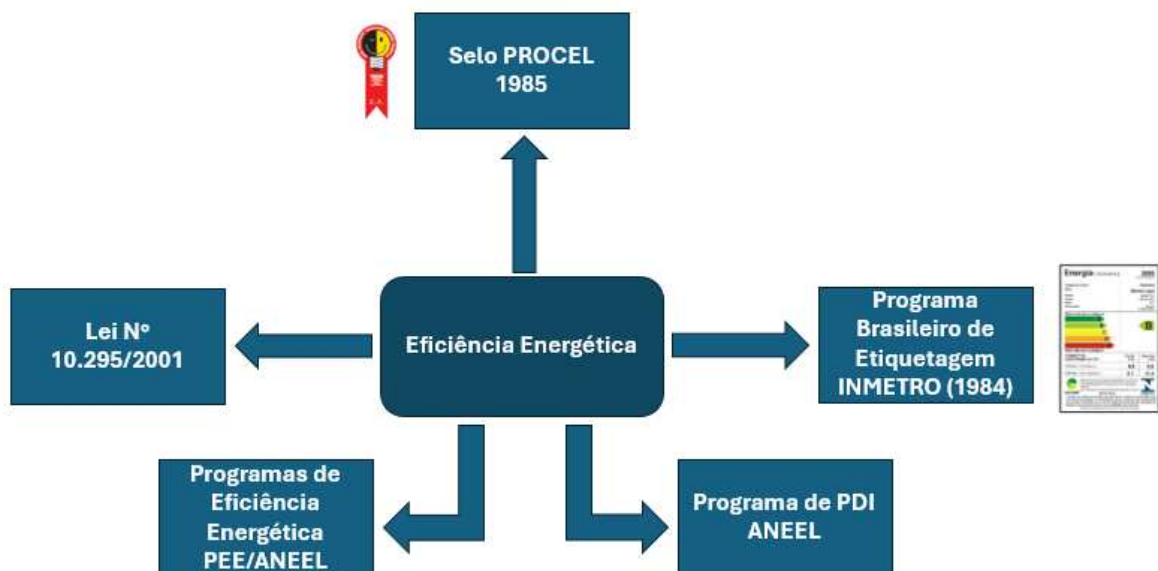
Por fim, o capítulo 5 contém as referências bibliográficas utilizadas no trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo o Atlas da Eficiência Energética, (EPE, 2023) a implementação da prática da eficiência energética no Brasil passou por diversas etapas de integração de políticas, entre as quais pode-se citar a instituição do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e o Programa Brasileiro de Etiquetagem pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO).

Na Figura 2, além destas políticas, observa-se a Lei N° 10.295/2001, conhecida como Lei da Eficiência Energética, sendo estabelecida com o intuito de regular os índices mínimos de eficiência energética, e estabelecer os requisitos de eficiência energética para edificações. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), juntamente com o PROCEL, também recebe investimentos das concessionárias de energia elétrica para a realização de Programas de Eficiência Energética (PEE) e Programas de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PDI), para implementar novas políticas e desenvolver o mercado na área da eficiência energética.

Figura 2 – Integração das políticas de Eficiência Energética.



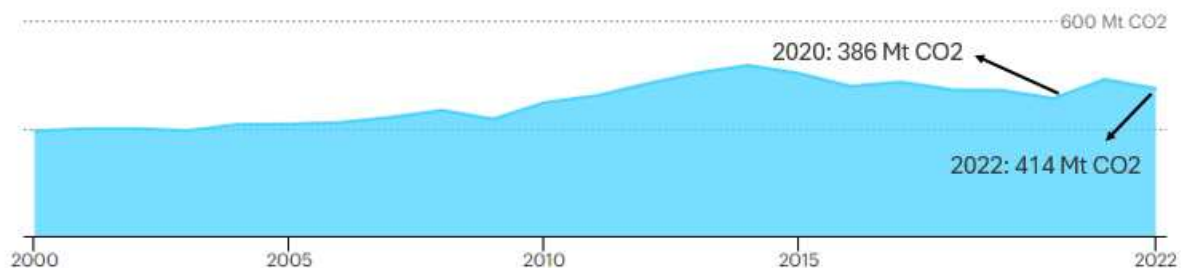
Fonte: Adaptado de Atlas da Eficiência Energética – EPE (2023)

2.1 Eficiência Energética

Para a Agência Internacional de Energia (IEA, 2023), a eficiência energética pode ser entendida como o "primeiro combustível", ao se tratar da transição energética, pois oferece algumas das opções de mitigação de CO₂ mais rápidas e econômicas, ao mesmo tempo em que reduz as contas de energia e fortalece a segurança energética. Outra definição, dada pela Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO, 2023), diz que a eficiência energética, frequentemente referida como utilização racional de energia, é a prática de empregar a energia de maneira eficaz a fim de alcançar resultados específicos, ou seja, a eficiência energética se baseia na comparação entre a quantidade de energia utilizada para executar uma atividade e a energia disponível para a realização dessa mesma tarefa.

Além da economia de energia elétrica proporcionada pela implementação de um uso consciente de energia elétrica, percebe-se que há uma contribuição direta para a sustentabilidade, auxiliando na redução das emissões de carbono, algo que está sendo almejado por diversos países, como ocorreu na COP26 (2021), onde o Brasil anunciou um objetivo de atingir emissões net zero até 2050, juntamente com um plano de redução de 50% das emissões de carbono. Na Figura 3, estatísticas da IEA apontam que, em 2020, o país totalizou cerca de 386,01 Mt de emissões de CO₂, configurando um aumento de 108,93% em relação ao ano de 1990. Ainda para a agência, "a duplicação do ritmo global de progresso da eficiência energética nesta década é um passo fundamental nos esforços para atingir emissões líquidas nulas".

Figura 3: Emissões de CO₂ no Brasil.



Fonte: Adaptado de IEA – 2023

Apesar de ser um assunto que vem ganhando destaque ultimamente, a eficiência energética ainda é um tópico que precisa ser mais bem aproveitado nos diversos setores do Brasil, sobretudo nas instituições de ensino, tanto para a formação de novos profissionais na área, quanto para divulgar os conceitos e promover esta prática na forma de extensão universitária para a comunidade externa à universidade.

Neste trabalho, a eficiência energética será definida como a utilização otimizada dos recursos energéticos disponíveis para realizar uma determinada tarefa, minimizando o desperdício de energia elétrica, através de ações com pouco ou nenhum investimento.

2.2 Gestão Energética

Conforme a Figura 4, percebe-se um aumento na variação do consumo de energia elétrica no país ao longo dos anos, e considerando o contexto do crescimento econômico, surgem desafios significativos relacionados à crescente demanda por energia elétrica, principalmente para suprir as necessidades das indústrias e demais setores de serviços. Entre esses desafios, pode-se citar o investimento em fontes renováveis, como energia solar e eólica, e a busca para implementação de programas de gestão energética, com o intuito de reduzir os impactos ambientais.

Com relação à gestão energética, ela aborda alguns pontos principais: um planejamento estratégico, uma análise do que foi planejado, um controle das ações que serão realizadas e a disseminação das práticas sobre o uso de energia elétrica que serão adotadas na organização.

Figura 4: Variação do consumo de energia elétrica no Brasil.

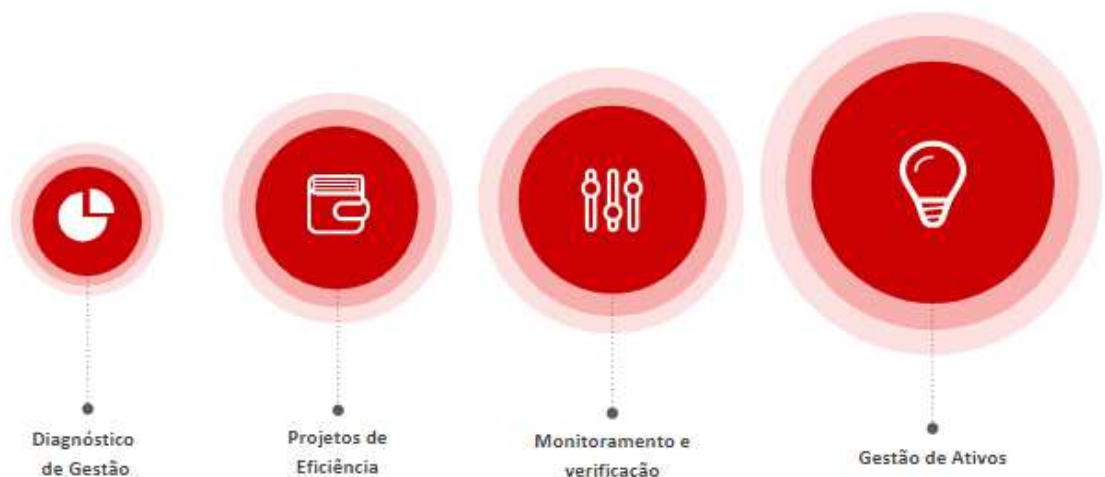


Fonte: Painel de Monitoramento do Consumo de Energia Elétrica – EPE (2024)

Essas práticas visam não só identificar, mas também implementar ações que irão auxiliar na redução do consumo de energia elétrica. A importância de uma gestão energética eficiente está na necessidade de coordenar essas atividades que influenciam diretamente no consumo de energia elétrica, pois abordá-las de forma isolada pode não gerar os resultados esperados, ou podem ser pouco eficazes. Para SAIDEL, é crucial o comprometimento da administração das organizações com as ações que serão implementadas, o que contribui para a eficácia da gestão, aumenta a produtividade da organização e a mantém competitiva. (SAIDEL, 2005).

Sendo assim, é de extrema importância adotar uma abordagem integrada para a obtenção dos melhores resultados, mas para isso, é necessário estabelecer um programa de gestão energética. Conforme a Figura 5, através da execução de um programa formalizado, a otimização no consumo de energia elétrica será alcançada através de orientações, ações e monitoramento dos recursos, visando a maximização da eficiência energética na organização.

Figura 5: Práticas de Gestão Energética.



Fonte: Soma Energia. (2023)

De acordo com o Ministério de Minas e Energia (MME), o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) é um programa que foi instituído em 30 de dezembro 1985, para promover o uso eficiente de energia elétrica e combater o seu desperdício (MME, 2023). Conforme orientações do Guia de Gestão Energética do PROCEL, uma gestão energética eficiente deve abranger uma série de medidas essenciais, tais como: a compreensão dos fluxos de energia da unidade e conhecimento sobre contratos e regulamentos que influenciam esses fluxos; análise dos processos e atividades que consomem

energia; identificação de oportunidades de economia; medição e monitoramento de indicadores como consumo, custos específicos e valores que foram contratados, registrados e faturados. Além disso, há um envolvimento dos usuários, que são estimulados a adotarem práticas conscientes de uso de energia elétrica, através de capacitações, divulgações de ações realizadas e resultados obtidos.

Com isso, a implementação bem-sucedida desse programa exige uma mudança de hábitos e cultura na organização, que podem incluir ajustes nos processos operacionais e até mesmo nas rotinas de trabalho, desde que haja engajamento da alta administração e dos colaboradores (RIBEIRO, 2015). A direção da organização deve não somente apoiar e implementar o programa, mas também estabelecer metas e acompanhar os resultados alcançados, além de promover treinamentos e verificar a possibilidade de realizar atualizações, como substituição de equipamentos menos eficientes.

Tomando como base ainda o guia do PROCEL, a gestão desse programa é responsabilidade da Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE), conforme pode ser visto na Figura 6, cujo objetivo é propor, implementar e monitorar ações e medidas para o uso racional de energia elétrica, assim como disseminar informações sobre o programa. Entre as responsabilidades da CICE, incluem atividades voltadas à administração e comunicação, sendo necessária a presença de um coordenador e representantes de todas as áreas da organização. Para este trabalho, será utilizada a denominação CIGE (Comitê Interno de Gestão Energética).

Figura 6: Pilares do Programa de Gestão Energética.



Fonte: Adaptado de Guia Técnico de Gestão Energética – PROCEL (2005).

2.3 A ISO 50.001

A ISO (*International Organization for Standardization*) é uma entidade global composta por diversos membros que fazem parte de comitês técnicos, cujo objetivo é a elaboração de Normas Internacionais. A Norma ISO 50.001 (Sistema de gestão da energia elétrica – Requisitos com orientações para uso), por exemplo, foi desenvolvida pelo Comitê de Projeto ISO/PC 242, sendo o seu foco a Gestão de Energia.

A principal finalidade da ISO 50.001 é possibilitar que as organizações estabeleçam processos e sistemas que melhorem o seu desempenho energético, contemplando aspectos como eficiência, uso e consumo de energia elétrica. Com a sua implementação, a organização visa reduzir suas emissões de gases de efeito estufa e de outros impactos ambientais relacionados à energia, bem como uma avaliação dos custos e da economia adquiridos pela adoção desse sistema de gestão energética. Apesar de poder ser aplicada em organizações de todos os tamanhos e tipos, o sucesso na implementação depende do engajamento em todos os níveis e funções da empresa, principalmente da alta direção.

De acordo com a norma, os requisitos estabelecidos incluem um sistema de gestão de energia (SGE), que permitirá a organização desenvolver e implementar uma política energética, estabelecendo objetivos e planos de ação que considerem requisitos legais e informações relativas ao uso significativo de energia. O SGE visa auxiliar a organização a cumprir seus compromissos estabelecidos, tomar medidas para melhorar seu desempenho energético e estar em conformidade com os requisitos da norma.

A ISO 50.001 segue o modelo de sistema de gestão de melhoria contínua, facilitando a integração do gerenciamento de energia em iniciativas para aprimorar também a qualidade e o gerenciamento ambiental, abordado em outras normas. Para que a norma seja implementada de forma eficaz, é interessante realizar uma avaliação das condições organizacionais, considerando os processos produtivos, alinhando os objetivos da certificação com os da organização, e até mesmo oferecendo capacitação aos funcionários que estarão envolvidos no processo.

A seguir, alguns dos principais requisitos da ISO 50.001 para as organizações:

- Elaboração de uma política para uso eficiente de energia elétrica;
- Estabelecimento de metas e objetivos para cumprir esta política;

- Utilização de dados para uma melhor compreensão e tomada de decisões sobre o uso de energia elétrica;
- Medição dos resultados obtidos;
- Avaliação do funcionamento da política organizacional;
- Aperfeiçoamento contínuo na gestão energética.

2.3.1 Ciclo PDCA

O modelo de melhoria contínua abordado na ISO 50.001 é o ciclo PDCA, que é detalhado da seguinte maneira:

- *Plan* (Planejar): Nesta etapa inicial, há a compreensão do contexto organizacional, o estabelecimento de uma política energética e a formação de uma equipe de gestão energética. Ainda durante esta etapa, são identificados alguns parâmetros, como os Usos Significativos de Energia (USE), Linhas de Base Energética (LBE), além da definição de objetivos, metas energéticas e planos de ação.
- *Do* (Fazer): Durante essa etapa, os planos de ação são implementados juntamente com controles de operação e manutenção.
- *Check* (Checar): Nessa fase, ocorre o monitoramento, medição, análise, auditoria e avaliação crítica realizados pela alta direção, verificando assim tanto o desempenho energético quanto o do SGE.
- *Act* (Agir): Já nesta fase, são tomadas as medidas necessárias para corrigir as não conformidades verificadas e para promover a melhoria contínua do desempenho energético e do SGE.

Desse modo, fica claro a importância de um Sistema de Gestão de Energia para uma organização que deseja implementar uma política energética e um planejamento para o uso consciente de energia elétrica. Para a ISO 50.001, fica a cargo da Alta Direção da organização estabelecer o SGE, que deve ser composto por um grupo de pessoas, de diferentes setores, com o objetivo de gerenciar o processo.

2.3.2 Política Energética

Conforme a ISO 50.001, a Política Energética é uma espécie de declaração da organização sobre suas intenções, diretrizes e compromissos gerais relacionados ao desempenho energético, sendo a Alta Direção responsável por sua criação e implementação, abrangendo os seguintes tópicos:

- Ser apropriada ao propósito da organização;
- Oferecer uma estrutura para o estabelecimento e revisão de objetivos e metas energéticas;
- Incluir um compromisso para garantir a disponibilidade de informações e recursos necessários para alcançar objetivos e metas energéticas;
- Comprometer-se a atender aos requisitos, tanto legais quanto aqueles relacionados à eficiência energética, ao uso e consumo de energia;
- Comprometer-se com a melhoria contínua do desempenho energético e do SGE;
- Apoiar a aquisição de produtos e serviços energeticamente eficientes que afetem o desempenho energético;
- Apoiar atividades de projeto que considerem a melhoria do desempenho energético.

2.3.3 Planejamento Energético

No Planejamento Energético, identificam-se as oportunidades e os riscos que podem ocorrer no contexto do Sistema de Gestão de Energia. A organização pode prever potenciais cenários e suas consequências, podendo assim se preparar para eventos prováveis. Conforme a ISO 50.001, esse planejamento deve abranger algumas etapas:

- Ações para lidar com riscos e oportunidades;
- Tendências de consumo de energia;
- Oportunidades para melhorar o desempenho energético;
- Parâmetros de desempenho energético (USE, LBE);
- Objetivos, metas e planos de ação;
- Coleta de dados energéticos.

2.3.4 Revisão Energética

Conforme mencionado na ISO 50.001, a Revisão Energética refere-se à análise minuciosa do uso, consumo e eficiência energética, fundamentada em dados e informações obtidas. Esse processo permite a identificação dos Usos Significativos de Energia (USE) e das oportunidades para aprimorar o desempenho energético da organização. Através dessa revisão, é possível fazer a análise dos padrões históricos de uso e consumo energético, identificando quais os tipos de energia utilizados, e avaliando os seus usos atuais e passados. Essa avaliação permite a identificação dos USE e o estabelecimento de variáveis e desempenhos para cada um deles, possibilitando a Alta direção realizar estimativas futuras.

Ainda segundo a norma, a Revisão Energética deve ser atualizada em intervalos definidos, contemplando alterações significativas nas instalações, equipamentos e processos relacionados ao uso de energia elétrica. É de fundamental importância documentar os métodos e os critérios utilizados na elaboração desta etapa, registrando assim os resultados alcançados.

2.3.5 Uso Significativo de Energia (USE)

A ISO 50.001 considera como Uso Significativo de Energia aquele que representa um consumo substancial ou então que oferece um potencial significativo para melhorar o desempenho energético. Dessa forma, isso inclui não apenas equipamentos que possuem maior consumo de energia na instalação, mas também aqueles que possuem potencial para melhorias em um programa de eficiência energética, fazendo com que essa identificação dos USE seja um passo importante no planejamento do ciclo PDCA.

2.3.6 Linha de Base Energética (LBE)

Para a ISO 50.001, as Linhas de Base Energética representam os valores iniciais das variáveis energéticas e servem como referência para avaliar as possíveis mudanças no desempenho energético ao longo do tempo. Sendo assim, a comparação entre as LBE e os valores finais obtidos em determinado intervalo permite avaliar o desempenho energético da organização, sendo que as Linhas de Base podem ser atualizadas durante a Revisão Energética para refletir um novo período.

2.3.7 Índice de Desempenho Energético (IDE)

A norma introduz o Índice de Desempenho Energético (IDE) como uma medida quantitativa definida pela organização para avaliar o desempenho energético. Assim, o IDE correlaciona o funcionamento da organização com o uso de energia elétrica, podendo haver a possibilidade de desenvolver um IDE para cada USE, dependendo de sua natureza específica.

2.3.8 Fronteiras

No contexto da ISO 50.001, as fronteiras são limites físicos, locais ou organizacionais definidos pela organização. Essas fronteiras têm a finalidade de delimitar o escopo da certificação das instalações, uma vez que uma organização pode buscar certificar apenas uma determinada parte de suas instalações.

2.3.9 Auditoria Energética

A Auditoria Energética, conforme definida pela ISO 50.001, consiste em uma revisão sistemática do Sistema de Gestão de Energia (SGE) de uma organização, com o objetivo principal de verificar a conformidade aos requisitos e identificar melhorias tanto no desempenho energético quanto no próprio SGE. Desse modo, a Auditoria Energética verifica a implementação adequada dos procedimentos para garantir a melhoria contínua do desempenho energético. O relatório de auditoria deve incluir o escopo e as fronteiras do SGE auditado, bem como evidências de melhorias no desempenho energético, com o intuito de apoiar as constatações encontradas de melhoria contínua.

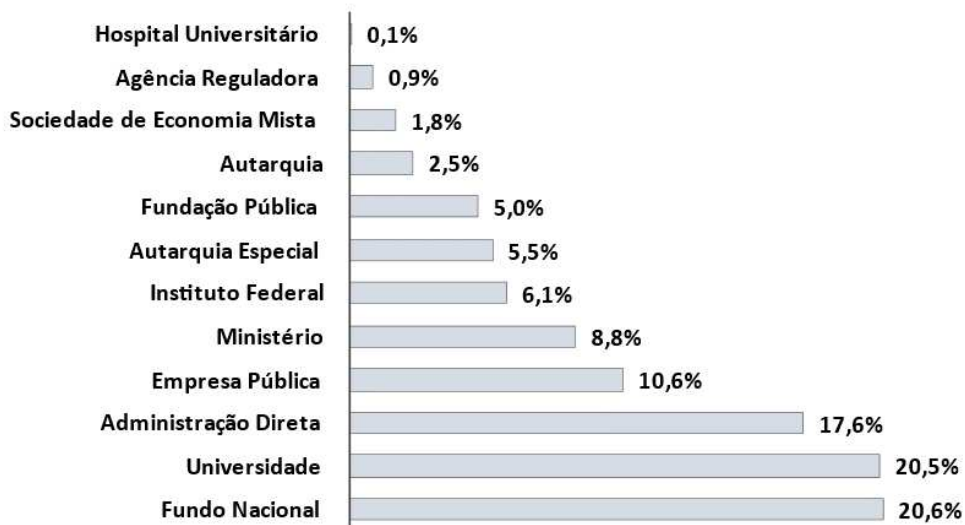
2.4 Eficiência Energética nas Instituições de Ensino Superior

Com relação às Instituições de Ensino Superior (IES), elas vêm passando por um processo de expansão, com um crescimento do número de alunos e aumento da infraestrutura física, o que ocasiona um aumento considerável no consumo de energia elétrica. Alguns dos principais contribuintes para o consumo elevado deste tipo de energia são os aparelhos de ar-condicionado, os sistemas de iluminação e os equipamentos elétricos presentes nos diversos laboratórios. Diante desse cenário, muitas IES vêm buscando implementar iniciativas voltadas

à eficiência energética em seus campi, buscando não apenas promover uma utilização mais consciente de energia elétrica, mas também contribuir para fomentar a sustentabilidade energética no âmbito institucional e social.

Durante a Chamada Pública nº 001/2016, dados da Secretaria de Educação Superior (SESU) do Ministério da Educação (MEC) indicaram que os gastos com energia elétrica nas Instituições de Ensino Superior (IES) é o 3º maior grupo, e que, de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), uma fração desses gastos ocorre por conta de equipamentos ineficientes e práticas inadequadas durante a instalação, uso e manutenção dos aparelhos, e uma ausência de cultura de uso eficiente e racional de energia elétrica no país. Já para o Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos (MGISP), o gasto com energia elétrica nas universidades é o segundo maior, considerando o período de 2016 a 2022, com cerca de R\$ 3.284.886.394 no total, conforme Figura 7.

Figura 7: Distribuição dos gastos com a Energia Elétrica – 2016 – 2022.



Fonte: Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos (MGISP) – 2023.

No âmbito das IES, ao longo dos anos, a conscientização e a aplicação de práticas ambientais têm originado um número de iniciativas voltadas para o ensino e implementação de medidas sustentáveis no ambiente acadêmico. Essas instituições desempenham um papel importante para o incentivo do desenvolvimento sustentável, visto que é capaz de formar e capacitar futuros profissionais e membros da comunidade acadêmica, que estão comprometidos com o meio ambiente.

Além disso, as metodologias aplicadas pelas IES podem servir de exemplos e modelos para que essas experiências possam ser utilizadas em outras esferas da administração pública. Ademais, a incorporação da sustentabilidade nas estratégias de gestão e nos processos administrativos contribui não apenas para sensibilizar a comunidade universitária, mas também para a sociedade como um todo. Esse esforço conjunto de educação, gestão consciente e práticas sustentáveis podem fazer com que as instituições sejam grandes contribuidoras na promoção de um futuro mais sustentável.

Na Universidade Federal do Ceará (UFC), por exemplo, o PROCEN (Programa de Conservação e Uso Eficiente de Energia Elétrica) foi criado com o objetivo de disseminar o conhecimento sobre uso consciente de energia, desenvolver pesquisas sobre o assunto, capacitar os alunos na área de eficiência energética e realizar auditorias e trabalhos na área.

Com o propósito inicial de auxiliar na redução do consumo de energia elétrica durante o racionamento de energia que ocorreu no Brasil em 2001, o PROCEN foi expandindo sua atuação para a participação dos demais alunos da graduação, que recebem treinamentos sobre gestão de faturas, sobre equipamentos como iluminação e condicionadores de ar, realizam pesquisas e escrevem artigos sobre inovações na área e desenvolvem projetos técnicos.

2.5 Lean Energy

No contexto energético, o consumo excessivo de energia elétrica acarreta custos significativos que precisam ser reduzidos, sendo a eletricidade um insumo essencial em muitos processos, tornando fundamental a sua gestão eficiente. Com o intuito de buscar melhorar a eficiência operacional, reduzindo desperdícios e agregando valor a serviços e processos, a metodologia *Lean* tem o potencial de reduzir consideravelmente os custos operacionais, aumentar a competitividade das organizações, e contribuir para o alcance de metas relacionadas à sustentabilidade.

Apesar das iniciativas que combinam o *Lean* com o desenvolvimento sustentável, e que relacionem várias ferramentas e abordagens *Lean* com ênfases na eficiência energética, ainda pode existir certa dúvida acerca de como as organizações desenvolvem aptidões e competências para esse desenvolvimento. Com base nos fundamentos da gestão da qualidade, como a melhoria contínua e o trabalho em equipe, fica evidente que o envolvimento das pessoas é necessário. No *Lean*, as tarefas e responsabilidades são designadas para os colaboradores que de fato conseguem agregar valor ao produto. Este envolvimento com

competências ao nível da produção em uma organização é importante em termos de influenciar a eficiência energética, em que uma das alternativas é através da educação, onde as universidades podem colaborar com partes interessadas externas através do ensino para promoverem ações concretas em termos de sustentabilidade.

Visando combinar a filosofia *Lean* com eficiência energética, uma nova metodologia está sendo explorada, como abordada pelo autor Juan Pablo Martín Gómez no livro "Guía de implementación: Energía limpia y libre de desperdicio para el desarrollo sostenible". Essa nova metodologia, definida como *Lean Energy*, integra os princípios da filosofia *Lean Six Sigma* com aspectos técnicos voltados para a eficiência e economia de energia elétrica. Já para CAVALCANTE (2023), "*Lean Energy* é uma abordagem de gestão energética que atua na melhoria dos processos, mitigação de desperdícios e aprimoramento da cadeia de valor do consumo sustentável de energia, combinando sinergia nas áreas de engenharia, economia, *Lean*, gestão e ESG".

Dessa forma, a combinação do *Lean* e do desenvolvimento sustentável deu origem à ideia do *Lean Energy*. Nesse sentido, as iniciativas de melhoria relacionadas à eficiência energética são focadas na redução do consumo de energia dos processos operacionais. Além disso, há um incentivo para que as atividades que consomem energia sejam alinhadas com o fluxo dos processos operacionais e vice-versa. Como resultado, são considerados também os esforços de melhoria, que se baseiam na lógica da gestão da qualidade e que focam em áreas como a capacitação e o trabalho em grupo, mas concentram-se mais em problemas como o consumo de energia e a redução de resíduos.

2.5.1 Método DMAIC

A metodologia DMAIC é um método estruturado composto por cinco fases, sendo fundamental na abordagem Seis Sigma para aprimorar processos. Seu propósito é iniciar um projeto de aprimoramento, identificar problemas, realizar medições para obtenção de dados, propor soluções e implementar controles. A sigla DMAIC representa cada etapa específica da metodologia: Definir (*Define*), Medir (*Measure*), Analisar (*Analyse*), Melhorar (*Improve*) e Controlar (*Control*).

Para Werkema (2004), esta é uma ferramenta gerencial essencial para otimizar os processos de negócios existentes, permitindo estabelecer objetivos de aprimoramento alinhados com as estratégias empresariais e as demandas dos clientes. Esses processos são

mapeados e medidos de acordo com os dados coletados, que são então comparados com as metas estabelecidas, e assim melhorias e controles são implementados para garantir um desempenho organizacional eficiente. Ainda segundo Werkema (2004), cada fase do método pode ser descrita da seguinte maneira:

- **Definição (D):** Nesta etapa, são analisadas as expectativas do cliente, identificando as etapas e produtos do processo para delinear com precisão o escopo do projeto. Dessa forma, é realizada a identificação das metas e objetivos do projeto, a definição das responsabilidades e tarefas da equipe responsável, e a delimitação dos limites do projeto, abrangendo os produtos e processos a serem analisados.
- **Medição (M):** Consiste em mensurar dados para obter informações necessárias à elaboração do mapa de processo e da matriz de causa e efeito, com o objetivo de determinar o foco do problema. Sendo assim, o propósito principal desta etapa é compreender e documentar o estado atual dos processos a serem melhorados. Essa compreensão do panorama situacional é obtida por meio da coleta de dados, visando validar e quantificar o problema em questão.
- **Análise (A):** É realizada uma avaliação do desempenho em relação à meta estabelecida, com a detecção dos possíveis gargalos do processo. Essa etapa requer o uso de software estatístico para realizar cálculos e gráficos, permitindo a identificação das não conformidades e variações nos processos. Assim, é crucial identificar as principais causas e a origem do problema, adentrando em detalhes para fortalecer a compreensão do processo.
- **Melhoria (I):** Visa desenvolver soluções capazes de intervir no processo, reduzindo significativamente os níveis de defeitos. Logo, ocorre a identificação e teste das soluções propostas, levando em consideração os custos e benefícios de cada alternativa, visando identificar a opção mais viável.
- **Controle (C):** Por fim, o processo é monitorado e controlado para assegurar a manutenção dos resultados alcançados. Para isso, é implementado um sistema de monitoramento para garantir um impacto duradouro na forma como as pessoas na organização trabalham. Esse sistema acompanha as mudanças estabelecidas e implementadas, assegurando uma melhoria contínua ao longo do tempo.

Tanto o método DMAIC apresentado quanto o método PDCA abordado na ISO 50.001 são modelos de melhoria contínua que podem ser aplicados na metodologia *Lean Energy*. Por fim, em seu livro, Werkema (2004) afirma que o DMAIC e o PDCA apresentam semelhanças em diversos aspectos, como o planejamento e a formulação de estratégias para aprimoramento do processo. Contudo, o DMAIC destaca-se por sua forte ênfase na observação e medição das características críticas para o cliente, enquanto no PDCA esses aspectos podem não receber a mesma atenção. Além disso, divergem no que diz respeito ao processo de retroalimentação. No método DMAIC, a melhoria contínua é alcançada aplicando a metodologia a outros projetos relacionados ao processo, enquanto no PDCA, a melhoria é cíclica, visando aprimorar o processo como um todo.

3. PLANO DE AÇÃO

A Secretaria de Gestão Energética proposta neste trabalho possui como foco inicial de atuação a migração e a administração das aquisições de energia no Mercado Livre, que visa otimizar os custos de energia elétrica na organização, bem como a promoção de iniciativas de eficiência energética para todos os colaboradores, com o objetivo de reduzir o consumo de energia elétrica e mitigar os impactos ambientais associados.

A adoção desta Secretaria permitirá à organização cumprir o pilar “G” da governança ambiental, social e corporativa, conhecida como ESG (*Environmental, Social, and Governance*). O ESG abrange um conjunto de padrões e práticas recomendadas que visam avaliar a consciência social e a sustentabilidade de uma instituição, bem como a qualidade de sua gestão. No trabalho *Energy Efficiency Governance*, realizado pela IEA, para a eficiência energética, “a governança é a combinação de quadros legislativos e mecanismos de financiamento, arranjos institucionais e mecanismos de coordenação, que trabalham juntos para apoiar a implementação de estratégias, políticas e programas de eficiência energética” (IEA, 2010).

Para o ambiente de uma universidade pública, por exemplo, esta é uma ação importante, visto que no estudo de LATORRACA, observa-se um afastamento das universidades em relação ao consumidor final, bem como aos fornecedores e comercializadores de energia. Esse distanciamento pode sinalizar uma fragilidade na promoção de ações efetivas voltadas para a eficiência energética e na inovação no país. (LATORRACA, 2017).

3.1 Metodologia

A aplicação da abordagem *Lean Energy* deverá ser iniciada através da realização do mapeamento energético da organização, cujo principal objetivo é identificar o perfil energético da unidade consumidora (UC) e destacar quais ativos apresentam um maior Uso Significativo de Energia Elétrica (USE). Tal análise geralmente tem como base a fatura de energia elétrica da unidade, na qual diversos fatores são considerados, como demanda, consumo em horário de ponta e fora-ponta, excedentes reativos e modalidade tarifária.

Posteriormente, deverá ser realizada uma Visita Técnica de Diagnóstico (VTD) na unidade, com o intuito de identificar problemas, aprimorar a eficiência e promover a melhoria contínua, através da identificação de oportunidades de economia de energia elétrica nos processos energéticos da organização. Para que a visita efetuada seja eficaz, torna-se crucial mapear os processos de alto consumo, desde os equipamentos de climatização e iluminação, até equipamentos de maior consumo, como motores. Durante as inspeções, a observação detalhada do funcionamento destes sistemas possibilita a identificação de fontes de desperdício de energia elétrica em tempo real. Aqui, destaca-se a importância de envolver uma equipe multidisciplinar e de engajar os demais colaboradores, promovendo assim uma cultura de conservação de energia elétrica, visto que a visita não necessariamente precisa ser única, pois a avaliação contínua e a comunicação dos resultados desempenham papel fundamental na manutenção do foco na redução do consumo de energia elétrica ao longo do tempo.

Desse modo, a VTD realizada deverá ter como objetivo principal o reconhecimento do local, a coleta de informações referentes aos ambientes e equipamentos, bem como a realização de medições de parâmetros elétricos, como tensão e corrente elétricas, e o registro fotográfico de placas e informações técnicas de alguns equipamentos, como condicionadores de ar ou motores utilizados em laboratórios.

Após a conclusão da VTD, o próximo passo será o de análise dos dados e informações obtidas. Com os registros fotográficos, o foco será na elaboração de um Plano de Ação, o qual detalhará todas as Ações de Eficiência Energética (AEEs) propostas, com o intuito de reduzir o consumo de energia elétrica. Tais ações serão classificadas conforme o custo de implementação e o esforço necessário para implementá-las. Com relação aos custos de implementação, as ações podem ser classificadas em: custo zero, baixo custo e médio/alto custo. Ações de custo zero são aquelas que não requerem investimento e podem ser implementadas imediatamente, como limpeza regular de filtros de condicionadores de ar e o desligamento de equipamentos que não estão operando. As ações de baixo custo demandam pequenos investimentos iniciais e possuem fácil implementação, como sensores de presença em áreas estratégicas e uso de películas térmicas em janelas de vidro com incidência solar direta. Por fim, as de médio/alto custo são medidas mais complexas que envolvem investimento significativo e análise de retorno financeiro, como um possível *retrofit* do sistema de iluminação ou climatização caso seja necessário.

Para auxiliar na classificação das AEEs, pode-se utilizar uma matriz conhecida como Matriz de Esforço/Impacto, para determinar a ordem de implantação das ações que foram levantadas. Trata-se de uma ferramenta empregada para priorizar tarefas com base na avaliação de dois fatores principais: o esforço necessário para concluir a ação, e o seu impacto no projeto como um todo. De acordo com a Figura 8, ela apresenta uma estrutura composta por quatro quadrantes, que serão utilizados como guia para a tomada de decisão sobre qual ação deve ser priorizada e quais recursos devem ser alocados, de forma eficaz. Com relação à classificação, existem as seguintes categorias:

- Alto esforço, alto impacto: Ações que requerem grande esforço, mas têm alto potencial de impacto, necessitando um planejamento assertivo sobre a implementação;
- Baixo esforço, alto impacto: Ações que demandam pouco esforço, mas com alto potencial de impacto, e que devem ser priorizadas;
- Alto esforço, baixo impacto: Ações que precisam de muito esforço e recursos alocados, porém com baixo potencial de impacto, logo há uma menor prioridade;
- Baixo esforço, baixo impacto: Ações que exigem baixo esforço, mas que possuem potencial limitado de impacto, e que podem ser implementadas ou descartadas.

Figura 8: Exemplo de Matriz Esforço/Impacto.



Fonte: Soma Energia (2023).

Para finalizar a metodologia, é necessário estabelecer padrões de estabilidade no consumo de energia elétrica na unidade, que é geralmente realizado através de ferramentas computacionais e de indicadores. Entre esses indicadores, pode-se citar o Consumo Médio Diário (CMD), cuja medida é o kWh, e que será utilizado como base para outro parâmetro, a

Linha de Base Energética (LBE), com o intuito de avaliar os resultados obtidos e comprovar se houve redução no consumo de energia elétrica.

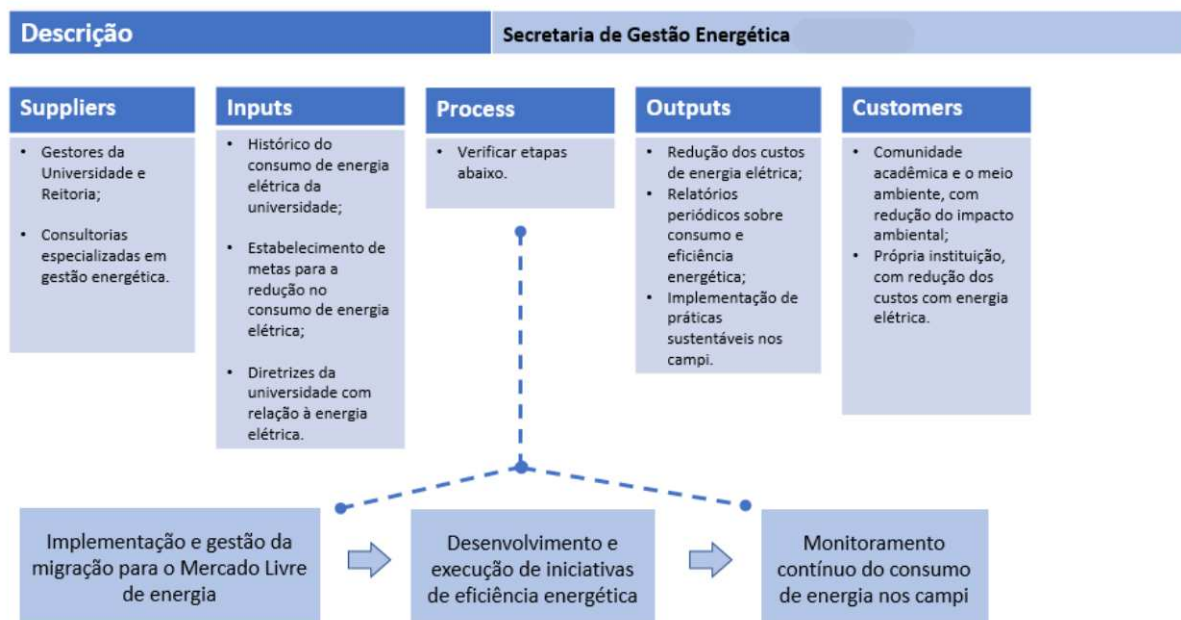
3.2 Proposta para a Secretaria de Gestão Energética

De forma a auxiliar o processo de implementação da Secretaria, este trabalho irá apresentar uma proposta através da ferramenta SIPOC. Segundo o CBOK 4.0, o SIPOC é uma ferramenta essencial do *Lean Six Sigma* que representa as etapas-chave de um processo: Fornecedor (*Supplier*), Entrada (*Input*), Processo (*Process*), Saída (*Output*) e Cliente (*Customer*). O diagrama SIPOC é utilizado para validar a correspondência entre as entradas de um processo e as saídas dos processos anteriores, bem como entre as saídas de um processo e as entradas esperadas pelos processos subsequentes. Esta abordagem visa proporcionar uma visão ampla do processo, facilitando o mapeamento e a compreensão de onde estão concentrados os esforços.

O principal propósito do diagrama SIPOC é promover uma análise abrangente do processo, identificando claramente fornecedores, entradas, saídas e clientes envolvidos. A aplicação prática do SIPOC reside em sua capacidade de identificar elementos críticos para a gestão eficaz do trabalho, permitindo uma melhor compreensão das necessidades específicas do processo, além de revelar oportunidades de aprimoramento e eliminar atividades redundantes.

Na Figura 9, é possível verificar a aplicação do SIPOC para a proposta da Secretaria de Gestão Energética em uma universidade pública:

Figura 9: SIPOC da Secretaria de Gestão Energética.

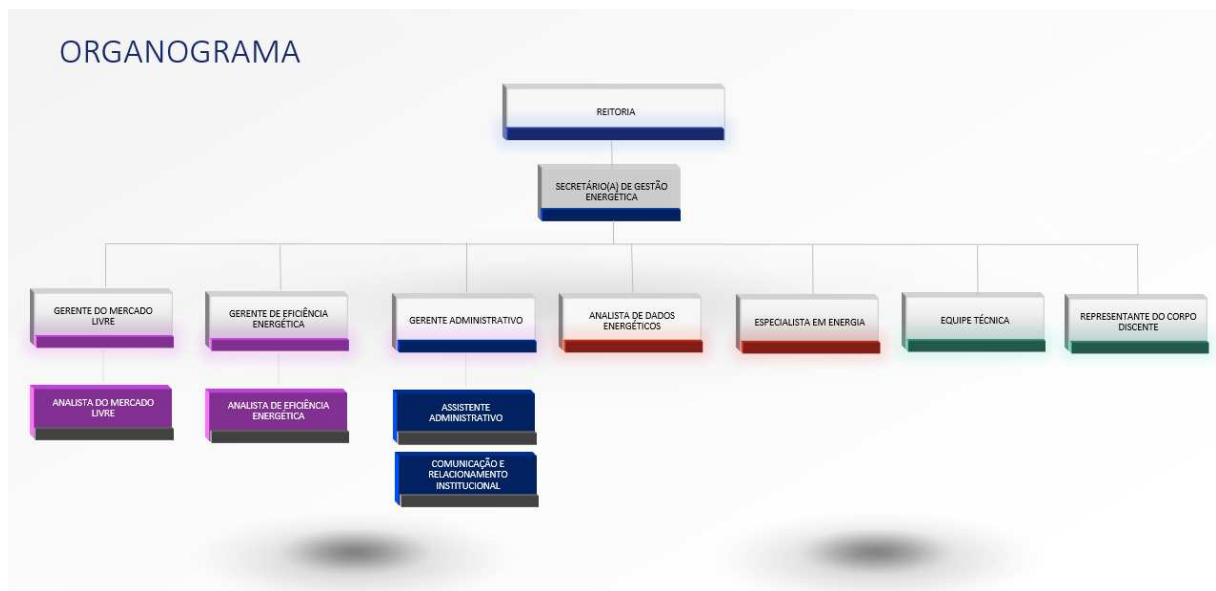


Fonte: Próprio Autor.

Este SIPOC descreve de maneira clara e concisa os principais elementos envolvidos na operação da Secretaria de Gestão Energética da universidade, desde seus fornecedores até os beneficiários finais das suas ações.

A seguir, na Figura 10, será proposto também um organograma de como a Secretaria poderá ser estruturada, podendo ser ajustada conforme as necessidades específicas da universidade.

Figura 10: Sugestão de Organograma para a Secretaria.



Fonte: Próprio Autor.

Ressalta-se novamente a importância da Alta Direção neste processo, representada pela reitoria da universidade, visto que, como evidenciado no trabalho de RIBEIRO, a importância do envolvimento da Alta Administração é frequentemente destacada como o fator mais crucial em diversas pesquisas sobre os elementos determinantes para o êxito da metodologia Seis Sigma. (RIBEIRO, 2015).

Seguindo este organograma, a pessoa responsável pela secretaria será encarregada de realizar a coordenação geral, implementando as políticas de energia, tomando decisões estratégicas relacionadas à gestão de energia e representando a organização em reuniões e eventos institucionais. Para o setor do Mercado Livre, há a responsabilidade pela migração e administração das aquisições de energia da universidade no Mercado Livre, bem como a

negociação dos contratos de fornecimento de energia elétrica e a otimização dos custos energéticos.

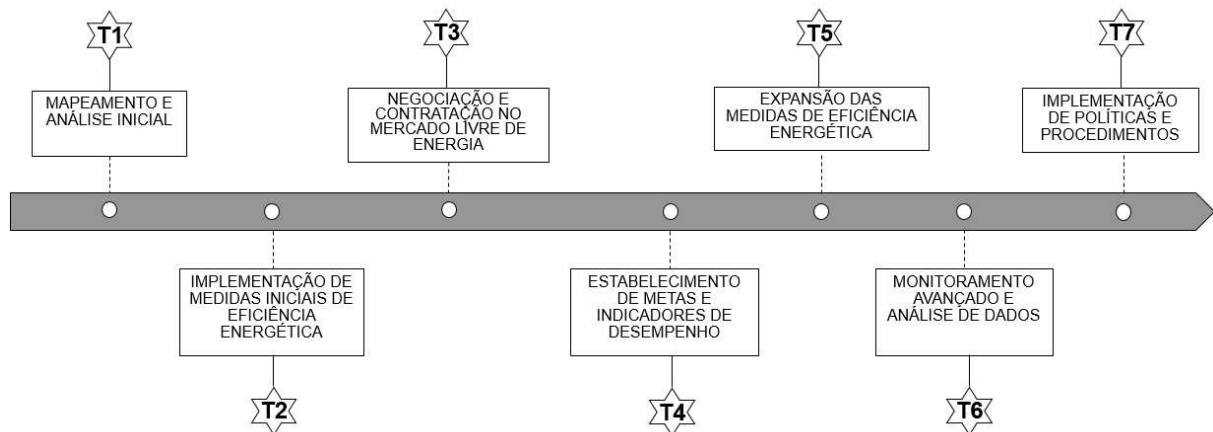
O setor de eficiência energética ficará responsável pela implementação de iniciativas de eficiência energética nos campi, realizar o monitoramento e a avaliação do consumo de energia e desenvolver projetos visando a redução do consumo de energia elétrica e seu impacto ambiental. O setor administrativo servirá de apoio para a secretaria, com a organização da documentação e da logística interna, além de servir como interface para outras áreas administrativas da universidade e fornecer um “*marketing* interno” para toda a comunidade acadêmica, informando os resultados obtidos e as ações que estão sendo realizadas.

O analista de dados energéticos realizará a coleta e análise dos dados relacionados ao consumo de energia, elaborando relatórios e análises para embasar decisões estratégicas, identificando assim oportunidades de otimização baseadas em dados. O cargo de especialista em energia pode ser ocupado por consultores externos ou professores especializados na área de gestão energética, responsáveis por fornecer conhecimento técnico e estratégico para a organização. A equipe técnica pode ser composta por engenheiros eletricitistas e técnicos de energia, responsáveis por implementar, analisar, realizar manutenções e monitorar as soluções energéticas nos campi.

Por fim, o representante do corpo discente proporcionará um elo entre os estudantes e a secretaria, repassando sugestões e ideias dos demais discentes, incentivando a participação ativa e a conscientização sobre questões energéticas e organizando eventos relacionados à gestão energética e sustentabilidade.

A seguir, este trabalho propõe um *roadmap* estratégico abrangendo um período de 1 a 2 anos, conforme Figura 11, delineando atividades-chave que visam não apenas a otimização financeira, mas também a promoção de práticas sustentáveis dentro da instituição acadêmica.

Figura 11: *Roadmap* proposto para a Secretaria.



Fonte: Próprio Autor.

- **Ano 1: Estabelecimento e Medidas Iniciais**

No primeiro ano, o foco estará na estruturação inicial da Secretaria de Gestão Energética e na implementação de medidas fundamentais:

1. **Mapeamento e Análise Inicial:** Inicialmente, será realizado um levantamento detalhado do consumo de energia em todos os campi da universidade. Isso incluirá a análise dos contratos de fornecimento de energia existentes, visando identificar oportunidades para migração para o Mercado Livre, quando aplicável. A partir dessas informações, será possível formular estratégias específicas para a redução de custos e o aumento da eficiência energética.
2. **Implementação de Medidas Iniciais de Eficiência Energética:** Como um primeiro passo prático, serão introduzidas medidas simples de eficiência energética em todo o campus. Isso incluirá a substituição de lâmpadas por modelos mais eficientes, a instalação de sensores de presença em áreas de baixa utilização e a promoção de campanhas educativas para a comunidade acadêmica sobre o uso responsável de energia elétrica.
3. **Negociação e Contratação no Mercado Livre de Energia:** Para otimizar os custos de energia, será essencial iniciar as negociações de contratos de energia elétrica no Mercado Livre. Consultores especializados poderão ser envolvidos para garantir condições favoráveis de fornecimento e custos competitivos.

4. Estabelecimento de Metas e Indicadores de Desempenho: A definição de metas claras para a redução do consumo de energia e para a eficiência energética será um passo crucial neste primeiro ano. A criação de indicadores de desempenho permitirá monitorar e avaliar continuamente o progresso alcançado em relação aos objetivos estabelecidos.

- **Ano 2: Expansão e Consolidação das Iniciativas**

No segundo ano, o foco se ampliará para a expansão das iniciativas implementadas no primeiro ano e para o fortalecimento das capacidades da Secretaria de Gestão Energética:

- 1. Expansão das Medidas de Eficiência Energética:** Com base nos resultados e aprendizados do primeiro ano, serão implementados projetos mais robustos de eficiência energética. Isso pode incluir a instalação de sistemas de energia solar em edifícios estratégicos, substituição de equipamentos menos eficientes e outras soluções inovadoras que contribuam para a redução do consumo global de energia elétrica.
- 2. Monitoramento Avançado e Análise de Dados:** O uso de tecnologias avançadas de monitoramento e medidores em diferentes setores permitirá uma análise mais detalhada e em tempo real do consumo de energia em diferentes partes da universidade. Isso facilitará a identificação de oportunidades adicionais de economia e eficiência energética.
- 3. Implementação de Políticas e Procedimentos:** Para garantir a sustentabilidade das iniciativas a longo prazo, serão desenvolvidas e implementadas políticas formais de gestão energética. Isso incluirá a adoção de práticas de compra sustentável de energia, diretrizes para aquisição de equipamentos eficientes do ponto de vista energético e políticas de conservação de energia.

- **Considerações Gerais**

O *roadmap* deve ser dinâmico, sujeito a ajustes conforme novas tecnologias, regulamentações ou necessidades da universidade, sendo importante incentivar a participação ativa de alunos e funcionários nas iniciativas de eficiência energética para aumentar a conscientização e o impacto das medidas implementadas, bem como garantir que a equipe da

secretaria esteja continuamente atualizada com as melhores práticas e inovações no campo da gestão energética.

Dessa forma, o *roadmap* proposto para a implementação da Gestão Energética na universidade representa um compromisso com a eficiência operacional e sustentabilidade ambiental. Ao longo de 1 a 2 anos, as atividades delineadas não apenas visam a redução de custos associados à energia, mas também a criação de uma cultura organizacional que valoriza práticas responsáveis e inovadoras no uso de recursos energéticos.

3.3 Estudo de Caso

O estudo proposto tem como cenário a Universidade Federal do Ceará (UFC), em que já é desenvolvido um projeto de extensão destinado aos alunos do curso de Engenharia Elétrica, denominado PROCEN - Conservação e Uso Eficiente de Energia Elétrica. Esse projeto visa a realização de estudos, pesquisas e formações na área de eficiência energética, evidenciando o comprometimento e engajamento da UFC em diversas iniciativas voltadas para este campo específico

De forma a exemplificar como seria uma possível atuação da secretaria na área de eficiência energética, o presente trabalho exemplificará a implementação da abordagem *Lean Energy* em um contexto de planejamento de eficiência energética para um ambiente universitário. O método de pesquisa adotado consiste em um estudo de caso, que contempla o mapeamento de ações em um ambiente do Campus do Pici, o Bloco 710, onde está localizada a Diretoria do Centro de Tecnologia. Além disso, este estudo visa investigar se a integração entre os princípios *Lean* e a ISO 50.001 podem auxiliar na mitigação do desperdício de energia elétrica e na promoção de uma cultura de melhoria contínua no ambiente em questão.

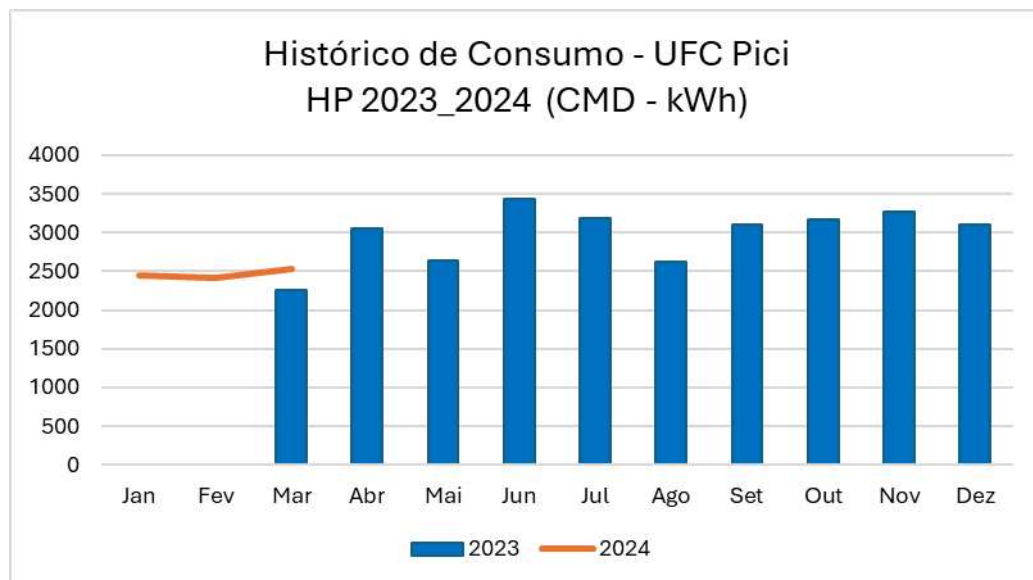
A metodologia *Lean Energy* oferece uma abordagem estruturada para o desenvolvimento de um plano de eficiência energética. Esse plano consiste na identificação e implementação de Ações de Eficiência Energética (AEEs), acompanhadas de perto para garantir sua execução eficaz. Este estudo visa fornecer uma análise detalhada desse planejamento, propondo sugestões de AEEs específicas para reduzir o consumo de energia elétrica no Bloco 710. Essas sugestões são fundamentadas nos princípios do *Lean Energy* e nos padrões estabelecidos pela norma ISO 50.001, e podem ser utilizadas como guia para as demais áreas da universidade, quando aplicadas pela Secretaria de Gestão Energética posteriormente.

3.3.1 Análise da Universidade

A universidade não dispõe de medição setorizada, ou seja, possui uma fatura única para todas as áreas do campus. Destaca-se a importância da medição setorizada, permitindo uma maior identificação de oportunidades de economia, em áreas que possuam consumo excessivo ou ineficiente, além de poder monitorar o desempenho energético em tempo real, possibilitando a identificação imediata de um possível problema.

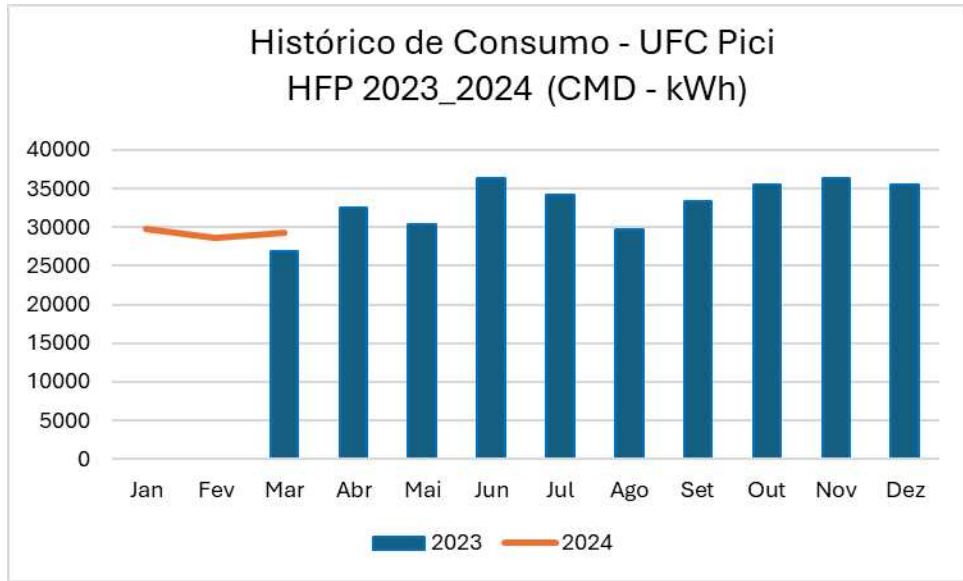
Uma análise preliminar das faturas de energia da unidade foi realizada, em que dados como o consumo de energia elétrica e os dias de medição foram verificados para a elaboração do Consumo Médio Diário (CMD) e a Linha de Base Energética (LBE). É importante destacar que esta análise não reflete a realidade do estudo de caso que será abordado no Bloco 710, e sim da universidade como um todo. Dessa forma, com a fatura mais recente sendo referente ao mês de março de 2024, o seguinte histórico de consumo foi elaborado, tanto para o horário de ponta como para o horário fora-ponta, conforme Gráficos 1 e 2:

Gráfico 1: Histórico de Consumo no Horário Ponta.



Fonte: Próprio Autor.

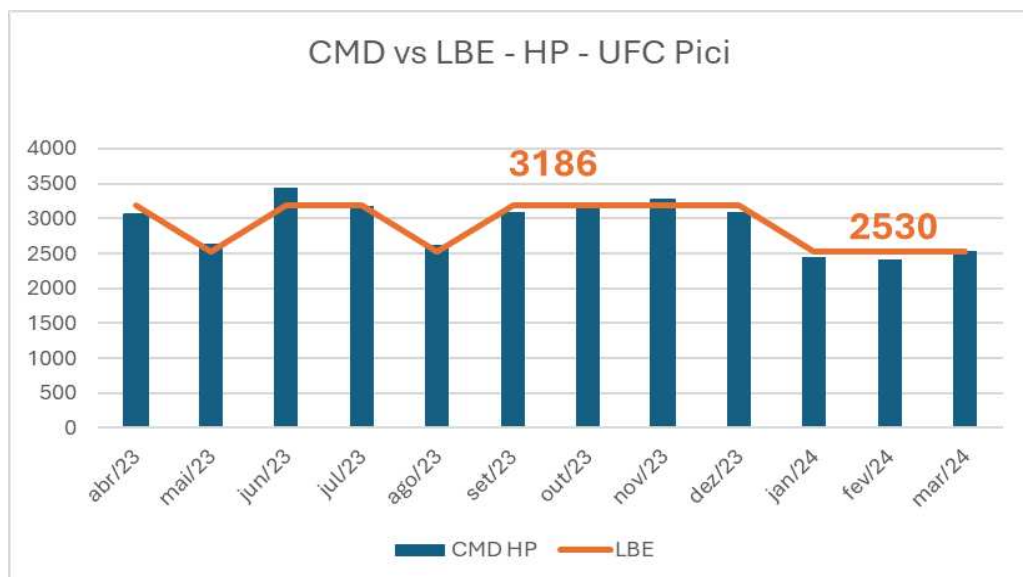
Gráfico 2: Histórico de Consumo no Horário Fora-Ponta.



Fonte: Próprio Autor.

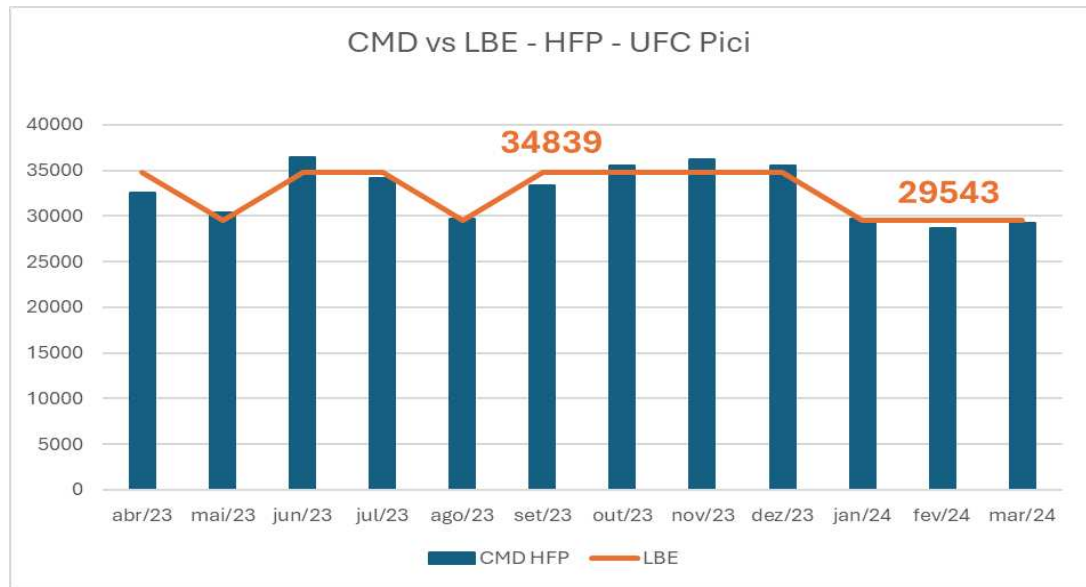
Comparando o mês de março de ambos os anos, percebe-se um aumento no consumo de energia elétrica nos dois horários. Além disso, o mês de referência da fatura de energia corresponde ao consumo de energia elétrica do mês anterior, ou seja, a fatura de março corresponde ao consumo de fevereiro, por exemplo. Isso ocorre devido ao período de faturamento da distribuidora de energia, que para este caso, inicia-se em 01/02/2024 e termina em 01/03/2024. A seguir, a LBE da unidade foi determinada, a partir do consumo verificado dos últimos doze meses, conforme gráficos 3 e 4:

Gráfico 3: Linha de Base Energética no Horário Ponta.



Fonte: Próprio Autor.

Gráfico 4: Linha de Base Energética no Horário Fora-Ponta.

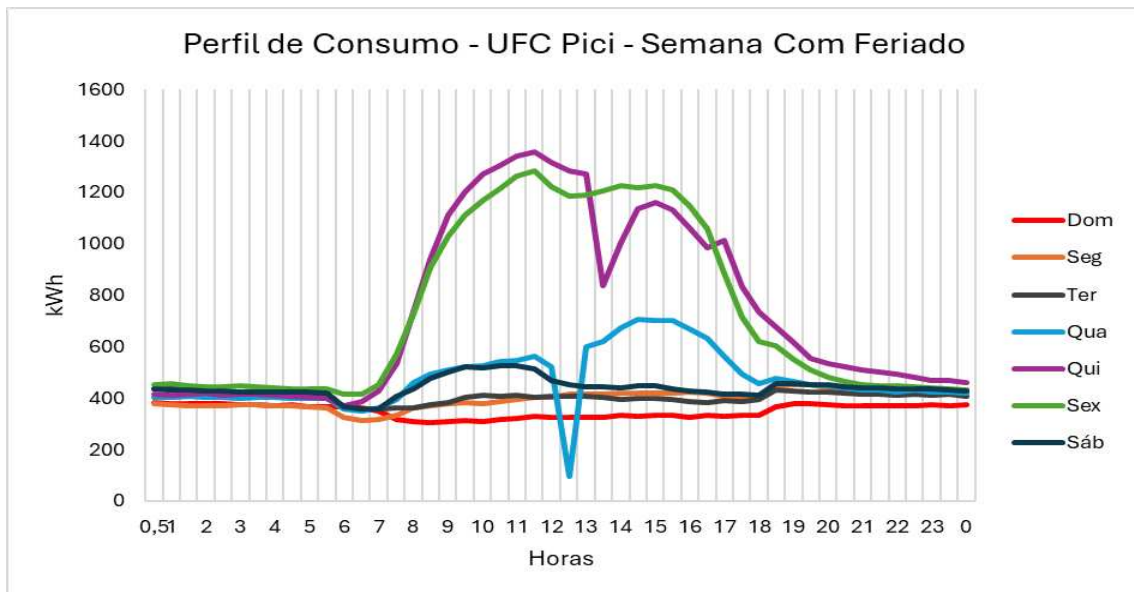


Fonte: Próprio Autor.

Para a construção da LBE, foi utilizado o valor do CMD e realizada uma média, determinando assim valores de CMD que correspondem a cada mês. Há uma sazonalidade na LBE, com valores mais baixos nos meses de Janeiro, Fevereiro, Março e Agosto, que correspondem aos meses com menor consumo devido ao período de férias, enquanto que no mês de maio também houve uma redução. Segundo a ANEEL, uma casa popular com 4 pessoas consome em média 180 kWh, o que, comparando com o consumo mensal de junho da universidade, tem-se o consumo equivalente a 19 casas populares no horário ponta e 202 casas populares no horário fora-ponta.

Através da telemetria da ENEL, foi realizada também uma análise do consumo diário durante o mês de fevereiro, resultando em um mapa de calor que auxilia na visualização do consumo de energia elétrica e fornece ideias de como funciona o padrão de consumo da unidade. No exemplo do gráfico 5, referente ao mês de fevereiro de 2024, percebe-se que os maiores consumos estão compreendidos entre o período de 08h:30 às 16h:30 de segunda a sexta.

Gráfico 7: Perfil de consumo para uma semana com feriado em fevereiro de 2024.



Fonte: Próprio Autor.

Nota-se novamente o comportamento observado anteriormente, com um maior consumo entre 08h:30 e 16h:30, mas nesse caso consegue-se observar melhor que na sexta-feira, por exemplo, o consumo é menor que nos demais dias. O consumo observado durante o sábado, entre 11h e 15h, foi menor que nos demais horários, o que pode ter acontecido devido ao desligamento de equipamentos para o horário de almoço, enquanto o aumento se deve provavelmente à retomada das atividades e uso de iluminação e sistemas de segurança durante a noite. Além disso, na semana com feriado, a universidade voltou ao funcionamento normal durante quinta-feira e sexta-feira. Observa-se também, durante essa semana, que tanto na quarta-feira quanto na quinta-feira, ocorreram quedas abruptas no consumo, provavelmente devido a um problema na medição ou no fornecimento de energia.

3.3.2 Análise do Bloco 710

O Bloco 710, mostrado na Figura 12, contém a administração do Centro de Tecnologia da UFC, possuindo 2 andares, concentrando no térreo as salas pertencentes à Fundação ASTEF e à Secretaria, Diretoria e Vice-Diretoria do Centro de Tecnologia, além de uma copa. Já no segundo andar, têm-se diversas salas de professores, salas de reuniões, banheiros, uma sala de videoconferência e uma sala de TI. O horário de funcionamento do bloco é das 08h às

17h, com os equipamentos funcionando durante o horário do expediente, com exceção da sala de TI, em que os servidores e os condicionadores de ar funcionam sem parar.

Figura 12: Bloco 710.



Fonte: Próprio Autor.

Durante a visita, foi verificado que as salas dos professores e de reuniões no segundo andar possuíam 2 luminárias do tipo LED, do modelo mostrado na figura 13, e 1 condicionador de ar, com 1 computador ou notebook para cada sala de professor. Com exceção de salas específicas, como a de videoconferência ou a de TI, as salas seguem esse padrão de equipamentos. O mesmo ocorre nas salas pertencentes à Fundação ASTEF, porém em salas de departamentos específicos como Jurídico ou Financeiro, há mais computadores para os colaboradores.

Dessa forma, foi realizado um registro fotográfico dos equipamentos e ambientes encontrados no bloco 710, e as ações levantadas foram separadas em ações de gestão, de iluminação, de climatização, ações para os computadores e ações gerais.

Figura 13: Luminária presente nas salas do bloco 710.



Fonte: Próprio Autor.

3.4 Gestão

A gestão eficiente de energia é pautada por uma série de estratégias coordenadas, visando não apenas a redução do consumo de energia, mas também o engajamento de toda a comunidade acadêmica. Para isso, recomenda-se estabelecer o Comitê Interno de Gestão Energética (CIGE), composto por representantes de diferentes setores da instituição. O CIGE desempenha um papel crucial no monitoramento periódico das Ações de Eficiência Energética (AEEs) e seus resultados, promovendo acompanhamento regular e realização de palestras específicas sobre o tema.

A divulgação acessível do planejamento das AEEs é uma prática que pode ser adotada para promover o engajamento de toda a equipe, garantindo que todos os setores estejam alinhados com os objetivos de economia de energia. A comunicação interna deve ser fortalecida por meio da emissão de Comunicados Internos (CIs), informando todos os setores e colaboradores sobre as iniciativas de eficiência energética e campanhas de combate ao desperdício de energia elétrica. Uma campanha interna é implementada para identificar e

desligar equipamentos elétricos não utilizados, com etiquetagem de interruptores e tomadas, visando reduzir o consumo desnecessário.

Por fim, os funcionários podem receber treinamento sobre práticas de economia de energia elétrica em ambientes residenciais e no local de trabalho, promovendo uma cultura de responsabilidade energética em toda a universidade.

3.5 Iluminação

As estratégias adotadas para otimização da iluminação são fundamentais para reduzir o consumo de energia e promover uma gestão mais sustentável. O desligamento das lâmpadas ao sair dos ambientes é uma prática simples, porém eficaz, e deve ser incentivada em toda a instituição. Além disso, recomenda-se manter a iluminação externa desligada durante o período da manhã e tarde, aproveitando a iluminação natural e minimizando o uso de energia elétrica.

Deve-se realizar um levantamento para identificar e ajustar a iluminação desnecessária nos ambientes, considerando a divisão de circuitos, retirada de lâmpadas das luminárias ou desativação de circuitos de alimentação.

A substituição da iluminação convencional por LED é uma medida adotada para aumentar a eficiência energética e reduzir os custos a longo prazo. Recomenda-se operar a iluminação nas salas apenas durante as atividades, evitando o desperdício de energia em períodos de inatividade. Para reduzir o consumo de energia nos corredores, sugere-se manter desligada a iluminação durante a manhã e tarde, fazendo uso da iluminação natural, conforme Figuras 14 e 15.

Figura 14: Iluminação do corredor no período da manhã.



Fonte: Próprio Autor.

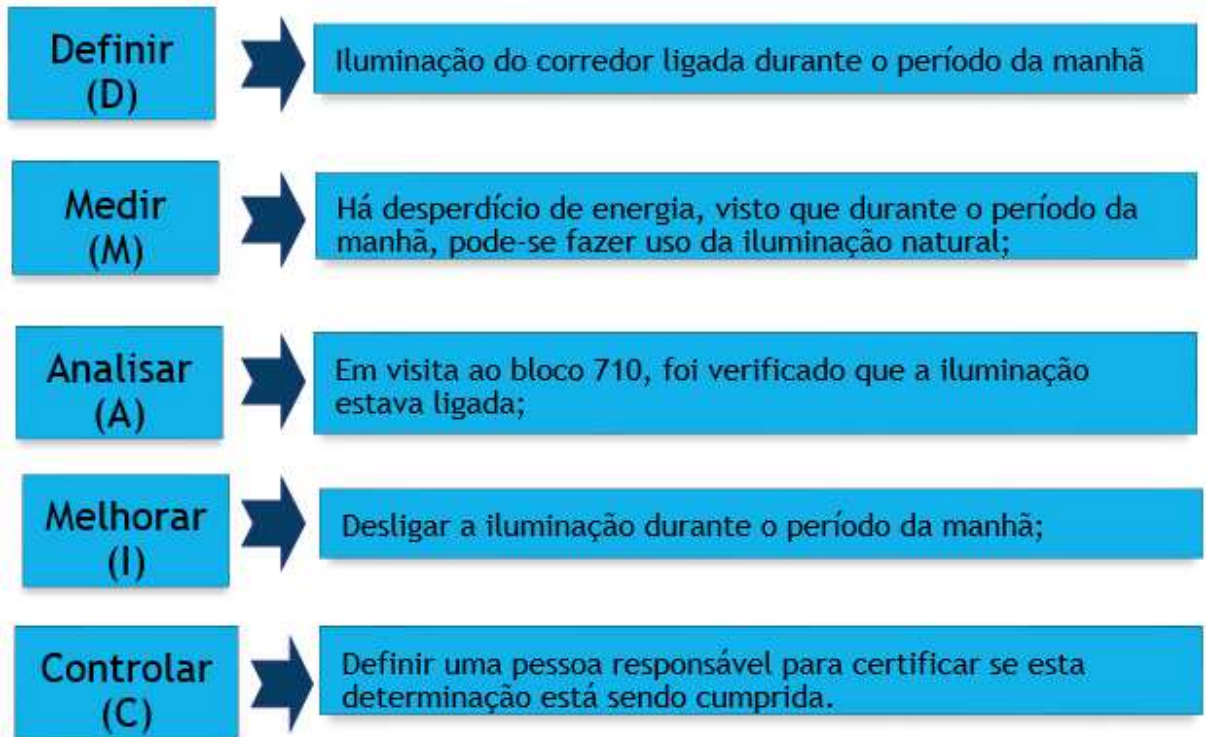
Figura 15: Corredor com uso da iluminação natural pela manhã.



Fonte: Próprio Autor.

Aplicando a metodologia DMAIC apresentada para a situação acima, têm-se o seguinte exemplo na figura 16:

Figura 16: Exemplo de aplicação da Metodologia DMAIC.



Fonte: Próprio Autor.

3.6 Climatização

Considerando a busca por uma gestão energética mais eficiente e sustentável, é recomendável a implementação das seguintes orientações para o controle e uso dos sistemas de climatização em ambientes futuros.

Tomando como base a Figura 17, primeiramente, sugere-se ajustar os Condicionadores de Ar para operarem em SET POINT de 23°C, temperatura considerada ideal para o conforto térmico, utilizando a função COOL e ajustando a velocidade de saída de ar no mínimo. É importante manter as aletas dos condicionadores de ar abertas durante o funcionamento e desligar os aparelhos ao sair dos ambientes, garantindo a economia de energia.

Para otimizar o funcionamento dos condicionadores de ar, é recomendado elaborar um Plano de Manutenção Preventiva, incluindo medições dos parâmetros elétricos como Tensão e Corrente Elétrica. A aquisição de condicionadores de ar com Selo Procel "A" e tecnologia

inverter é aconselhável para garantir a eficiência energética. Além disso, é importante realizar a devida manutenção dos equipamentos, como a limpeza dos filtros, que resulta em uma economia média entre 5% e 15%, de acordo com a *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE).

Para reduzir a troca de calor com o ambiente externo, é indicada a aplicação de películas térmicas nas janelas. Em ambientes com múltiplos condicionadores de ar, deve-se operar apenas com a quantidade necessária, conforme o número de pessoas presentes, priorizando o uso dos equipamentos mais eficientes.

Para evitar o desperdício de energia, sugere-se desligar os condicionadores de ar em salas ausentes por mais de 10 minutos. Por fim, é recomendável designar uma pessoa responsável pelo controle dos aparelhos em cada turno, garantindo o cumprimento das orientações estabelecidas.

Figura 17: Temperatura do Condicionador de Ar.



Fonte: Próprio Autor.

3.7 Computadores

Inicialmente, sugere-se que o departamento de Tecnologia da Informação (TI) seja solicitado a configurar todos os computadores para ativarem o descanso de tela após um período de inatividade de 5 minutos. Esta medida visa reduzir o consumo de energia durante momentos de ociosidade, contribuindo para a economia de recursos, podendo atingir uma economia média entre 5% e 10%, de acordo com o padrão internacional *Energy Star*.

Além disso, é recomendável programar os computadores para que sejam desligados automaticamente após 1 hora do final do expediente. Este procedimento garante que os equipamentos não permaneçam ligados desnecessariamente durante períodos em que não há utilização, proporcionando economia de energia elétrica e prolongando a vida útil dos dispositivos.

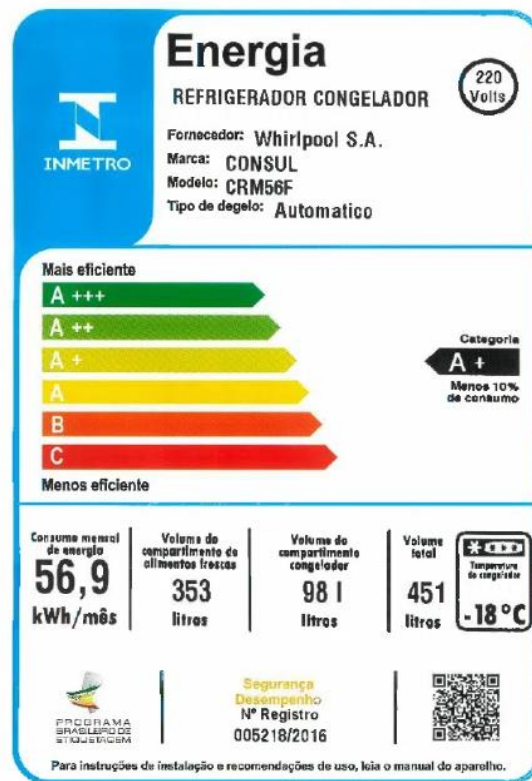
Outra orientação importante é desligar os estabilizadores ao final do expediente, evitando o consumo de energia em equipamentos que não estão em uso. Esta prática simples contribui significativamente para a redução do consumo energético e para a promoção de uma cultura organizacional mais sustentável.

3.8 Ações Gerais

Sugere-se a desconexão de carregadores de celulares e notebooks após o término do carregamento, evitando o consumo desnecessário de energia elétrica e prolongando a vida útil dos equipamentos. Para os demais equipamentos que ficam no modo *Stand-by*, como televisores e micro-ondas, a recomendação também permanece em desconectá-los após o uso, visto que, mesmo no modo de espera, há consumo de energia. De acordo com o INMETRO, para televisores, por exemplo, o consumo em *Stand-by* pode variar entre 1 W e 10 W, dependendo do modelo e da tecnologia.

Recomenda-se também o desligamento dos bebedouros ao fim do expediente e que seja ligado somente no início do expediente do dia seguinte, contribuindo para a economia de energia elétrica. A temperatura dos bebedouros, quando possível, deve ser regulada para o nível médio, por exemplo, nível 4 em uma escala de 0 a 7, otimizando o consumo de energia sem comprometer o conforto dos usuários, como mostrado na figura 20. Vale ressaltar que o consumo de energia elétrica de um bebedouro é similar ao de uma geladeira de pequeno porte. Para as especificações mostradas nas figuras 17 e 18, por exemplo, o bebedouro apresenta 97 W, enquanto a geladeira possui aproximadamente 80 W.

Figura 18: Especificações de uma geladeira de pequeno porte.



Fonte:

https://whirlpool.vteximg.com.br/arquivos/Consul_Geladeira_CRM56FB_Selo_Inmetro_220v.jpg

Figura 19: Especificações de um bebedouro.

Fonte: https://esmaltec.com.br/wp-content/uploads/2021/11/esmaltec_egm35b_2.pdf

INFORMAÇÕES TÉCNICAS

Cód. Produto	Descrição	EAN	Dimensões sem Embalagem AxLxC (mm)	Peso Líquido (kg)	Dimensões com Embalagem AxLxC (mm)	Peso Bruto (kg)	Volume (m ³)	Tensão (V)	Potência Elétrica (W)	Gás	Capacidade (L)
0106000229	BEBEDOURO EGC35B 127V BRANCO NV	7899081722658	1007 x 318 x 321	11,58	1010 x 325 x 345	12,60	0,113	127	97	R134a	1,8
0106000237	BEBEDOURO EGC35B 220V BRANCO NV	7899081722696	1007 x 318 x 321	11,58	1010 x 325 x 345	12,60	0,113	220	97	R134a	1,8
0106000278	BEBEDOURO EGC35B 127V AMARELO	7899081738468	1007 x 318 x 321	11,58	1010 x 325 x 345	12,60	0,113	127	97	R134a	1,8
0106000277	BEBEDOURO EGC35B 220V AMARELO	7899081738451	1007 x 318 x 321	11,58	1010 x 325 x 345	12,60	0,113	220	97	R134a	1,8
0106000274	BEBEDOURO EGC35B 127V TURQUESA	7899081738420	1007 x 318 x 321	11,58	1010 x 325 x 345	12,60	0,113	127	97	R134a	1,8
0106000273	BEBEDOURO EGC35B 220V TURQUESA	7899081738413	1007 x 318 x 321	11,58	1010 x 325 x 345	12,60	0,113	220	97	R134a	1,8
0106000282	BEBEDOURO EGC35B 127V VERMELHO	7899081738505	1007 x 318 x 321	11,58	1010 x 325 x 345	12,60	0,113	127	97	R134a	1,8
0106000281	BEBEDOURO EGC35B 220V VERMELHO	7899081738499	1007 x 318 x 321	11,58	1010 x 325 x 345	12,60	0,113	220	97	R134a	1,8
0106000232	BEBEDOURO EGC35B 127V INOX NV	7899081722689	1007 x 318 x 321	11,58	1010 x 325 x 345	12,60	0,113	127	97	R134a	1,8
0106000240	BEBEDOURO EGC35B 220V INOX NV	7899081722726	1007 x 318 x 321	11,58	1010 x 325 x 345	12,60	0,113	220	97	R134a	1,8

Nas copas, como na Figura 21, recomenda-se estabelecer uma rotina de verificação para a necessidade de substituição das borrachas de vedação dos refrigeradores, além de

realizar degelo desses equipamentos. Para os demais eletrodomésticos no ambiente, como micro-ondas, recomenda-se desligar da tomada após a utilização.

Na figura 22, para reduzir o consumo de energia elétrica, é aconselhável desligar as impressoras após o término da jornada de trabalho, evitando o uso desnecessário de energia durante os períodos de inatividade

Figura 20: Bebedouro em que a temperatura pode ser ajustada.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 21: Equipamentos da copa.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 22: Impressoras que podem ser desligadas ao final do expediente.



Fonte: Próprio Autor.

Visto que a universidade dispõe de apenas uma medição, e possui uma fatura para todo o campus, sugere-se também a implementação de medidores nos blocos, a fim de acompanhar o consumo de energia elétrica de forma setorizada e verificar se as ações implementadas nos ambientes estão impactando na redução desse consumo.

4. CONCLUSÃO

A abordagem metodológica denominada *Lean Energy* é uma ferramenta que se baseia nos conceitos do *Lean Six Sigma* aplicados na gestão energética, e se destina a otimizar o consumo de energia elétrica em unidades consumidoras (UCs). Este método não apenas oferece uma base para a implementação da norma ISO 50.001, como também possibilita a identificação de áreas passíveis de melhorias, alocação eficiente de recursos e a promoção de uma cultura de gestão sustentável de energia.

Durante a aplicação da metodologia no estudo de caso, que iniciou-se com um mapeamento energético inicial da universidade, foi possível analisar o consumo de energia elétrica da instituição e entender o seu perfil de consumo. Prosseguindo com a Visita Técnica de Diagnóstico (VTD), foi possível definir ações de eficiência energética, com o intuito de reduzir o consumo de energia elétrica no ambiente de estudo, com valores esperados de economia de energia elétrica entre 5% e 20%. Os resultados obtidos por meio deste trabalho abrangem o uso de indicadores como o Consumo Médio Diário (CMD) e a formação de uma Linha de Base Energética (LBE). No mapeamento energético, destaca-se o uso do CMD, que é uma métrica crucial para a composição da LBE e acompanhamento dos resultados do *Lean Energy*, bem como o mapa de calor e o perfil de consumo, que auxiliam na visualização dos dados de consumo de energia elétrica.

Dentre as ferramentas que podem ser utilizadas no projeto *Lean Energy*, destaca-se o método DMAIC, que proporciona uma visão abrangente do projeto de gestão energética, auxiliando na definição e priorização de ações, no planejamento de implementação e na avaliação dos resultados alcançados, que serão avaliados pelo Sistema de Gestão de Energia (SGE) da instituição, ou seja, a Secretaria de Gestão Energética. Neste trabalho, o método foi utilizado como um exemplo de ação de eficiência energética na área de iluminação.

Para a sugestão da implementação da secretaria, o uso do SIPOC proporcionou uma visão abrangente de como a secretaria deve funcionar, auxiliando no planejamento e na avaliação dos resultados. Através do organograma e do *roadmap* propostos, foi possível ter uma noção de como a secretaria irá atuar ao longo dos anos iniciais, podendo adaptar seu planejamento conforme as necessidades da universidade.

Apesar dos exemplos contidos no trabalho serem voltados para um ambiente universitário, as sugestões podem ser aplicadas para outras áreas da gestão pública, com as devidas readequações para as particularidades de cada instituição.

Destaca-se a importância da conscientização e disseminação de conhecimento acerca de temas como a gestão e eficiência energética, visto que desafios podem surgir ao longo de um processo de implementação de gestão energética, como a necessidade de mudanças de hábitos e comportamentos dentro das organizações. Para que a gestão energética se torne uma realidade efetiva, é fundamental que todos os colaboradores, incluindo a Alta Direção, se comprometam com a nova cultura de consumo consciente.

Ressalta-se que durante a realização do estudo de caso, a universidade estava passando por um período de greve. Em um cenário em que essa situação aconteça durante a implementação de uma secretaria de gestão energética em uma instituição pública, pode haver o comprometimento da continuidade dos projetos e a adesão às novas práticas de gestão energética. Para superar esse obstáculo, é fundamental que a secretaria estabeleça uma comunicação clara e transparente com todos os colaboradores. Informar sobre os benefícios da gestão energética e como ela pode impactar positivamente a instituição, especialmente em termos de economia e sustentabilidade, é essencial para manter o engajamento.

O estudo não contemplou a fase prática de implementação das ações e da secretaria, ficando restrito apenas às propostas e recomendações. Assim, os principais resultados obtidos com este trabalho foram a proposta de estruturação da secretaria, com o organograma e o *roadmap*, além da sugestão de ações de eficiência energética e análise de consumo vistos no estudo de caso, promovendo engajamento e conscientização acerca dos temas de gestão e eficiência energética.

Por fim, a utilização de ferramentas como o *Lean Energy* pode ter impactos positivos tanto na instituição, com mitigação dos gastos em energia elétrica, quanto no meio ambiente, uma vez que permite uma compreensão mais aprofundada dos processos energéticos e suas implicações.

4.1. Trabalhos Futuros

Com o intuito de promover uma continuidade no estudo do tema, apresentam-se as seguintes sugestões para trabalhos futuros:

- Acompanhar a implementação das ações no ambiente estudado;
- Apresentar sugestões de ações que podem ser implementadas nos demais ambientes da universidade;

- Acompanhar a implementação da Secretaria de Gestão Energética e seus resultados;
- Acompanhar o impacto da instalação de medição setorizada no trabalho de gestão energética na UFC;
- Acompanhar o uso de Inteligência Artificial nos projetos de Eficiência Energética.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 50001:2018: Sistemas de gestão de energia elétrica – requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro. 2018.

Anuário Estatístico de Energia Elétrica. Disponível em:
<<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica>>. Acesso em: 25 mar. 2024.

Atlas de Eficiência Energética Brasil 2023. Disponível em:
<<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/atlas-de-eficiencia-energetica-brasil-2023>>. Acesso em: 25 mar. 2024.

Bebedouro Esmaltec. Disponível em:

<<https://esmaltec.com.br/produto/bebedouro-gelagua-egc35b/>> Acesso em: 12 ago. 2024

CAVALCANTE, F. INTEGRAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN ENERGY, NORMA ISO 50001, CRITÉRIOS ESG E ANÁLISE DE DADOS NA GESTÃO ENERGÉTICA DE UM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO. 2023. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica - Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Fortaleza, CE, 117p.
Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/74948>.

CASTRO, B. A. SIPOC: O que é e quais as suas vantagens. Disponível em:
<<https://zeev.it/blog/o-que-e-sipoc/>>. Acesso em: 23 jul. 2024.

Consumo Mensal de Energia Elétrica por Classe (regiões e subsistemas). Disponível em:
<<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/consumo-de-energia-eletrica>>. Acesso em: 25 mar. 2024.

Como Funciona um Projeto de Eficiência Energética. Disponível em:
<<https://www.abesco.com.br/como-funciona-um-projeto-de-efici%C3%Aancia-energ%C3%A9tica>>. Acesso em: 11 mar. 2024.

Energy Efficiency and Demand - Energy System. Disponível em:
<<https://www.iea.org/energy-system/energy-efficiency-and-demand>>.
Acesso em: 11 mar. 2024.

Geladeira Consul. Disponível em:

<<https://www.consul.com.br/geladeira-consul-frost-free-duplex-com-espaco-flex-e-painel-eletronico-externo-451-litros-cor-branca-crm56fb/p>> Acesso em: 12 ago. 2024.

GÓMEZ, Juan Pablo Martín; GÓMEZ, Luis Socconini Pérez. Lean Energy 4.0. Guía de implementación: Energía limpia y libre de desperdício para el desarrollo sostenible. 1ª Edición. Barcelona: Editora Marge Books, 2019.

Guia Técnico de Gestão Energética – PROCEL. Disponível em: <http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2014/04/22/6281/GuiaGestaoEnergetica.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2024

IEA. Energy Efficiency Governance. 2010.

LATORRACA, T. F. da (2017). O mapeamento da governança do setor de energia elétrica no Brasil para a eficiência energética. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 126p

Medição e Verificação. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/eficiencia-energetica/mv>>. Acesso em: 11 mar. 2024.

Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/manuais-modelos-e-instrucoes/pesquisa-e-desenvolvimento-e-eficiencia-energetica>>. Acesso em: 18 mar. 2024.

Procel - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <<https://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/planejamento-e-desenvolvimento-energetico/acoes-e-programas/programas/procel-programa-nacional-de-conservacao-de-energia-eletrica>>. Acesso em: 18 mar. 2024.

Resenha Mensal: temperaturas elevadas impulsionam o consumo de eletricidade em dezembro e bate recorde histórico pelo terceiro mês consecutivo. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/resenha-mensal-temperaturas-elevadas-impulsionam-o-consumo-de-eletricidade-em-dezembro-e-bate-recorde-historico-pelo-terceiro-mes-consecutivo>>. Acesso em: 18 mar. 2024.

RIBEIRO, A. Seis sigma em grandes indústrias no Brasil: problemas de implementação e fatores críticos de sucesso. 20 out. 2015.

SAIDEL, Marco Antonio. A Gestão de Energia Elétrica na USP: O Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia Elétrica. 2005. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Energia e Automação Elétricas. São Paulo, 2005.

Sistema de Gestão de Energia e ISO 50.001. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/iso-50001>>. Acesso em: 25 mar. 2024.

Sleeping and Saving With ENERGY STAR- ® Labeled Office Equipment

Disponível em: <https://www.energystar.gov/ia/partners/manuf_res/sleeping.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2024.

Top Ten Things Consumers Should Know About Air Conditioning. Disponível em: <<https://www.ashrae.org/technical-resources/free-resources/top-ten-things-consumers-should-know-about-air-conditioning>>. Acesso em: 8 ago. 2024.

2022 International Energy Efficiency Scorecard. Disponível em: <<https://www.aceee.org/research-report/i2201>>. Acesso em: 25 mar. 2024.

WERKEMA, M. C. Criando a Cultura Seis Sigma. Nova Lima-MG: Werkema, 2004.

World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5 °C Pathway. Disponível em: <<https://www.irena.org/Publications/2023/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook-2023>>. Acesso em: 25 mar. 2024.