

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA PARA O
DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE (MGP)

TÁCIO RAFAEL SILVA BARBOSA

**A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO ENERGÉTICA EM UMA
INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE ENSINO SUPERIOR: UM ESTUDO DE CASO NA
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA-UAST/UFRPE**

**Recife
2024**

TÁCIO RAFAEL SILVA BARBOSA

**A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO ENERGÉTICA EM UMA
INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE ENSINO SUPERIOR: UM ESTUDO DE CASO NA
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA-UAST/UFRPE**

Dissertação apresentada ao Mestrado em
Gestão Pública para o Desenvolvimento do
Nordeste, à Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do título de mestre em Gestão Pública.

Área de Concentração: Gestão Pública para o Desenvolvimento Regional

Orientador: Dr. Marcos Roberto Gois de Oliveira Macedo

**Recife
2024**

TÁCIO RAFAEL SILVA BARBOSA

**A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO ENERGÉTICA EM UMA
INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE ENSINO SUPERIOR: UM ESTUDO DE CASO NA
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA-UAST/UFRPE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Gestão Pública para o Desenvolvimento do Nordeste da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão Pública para o Desenvolvimento do Nordeste.

Aprovada em: 26/03/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Roberto Gois de Oliveira Macedo (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Charles Ulises de Montreuil Carmona (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Alessandro Bezerra Correia Bilar (Examinador Externo)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

RESUMO

Diante da problemática energética global e das mudanças climáticas, há uma crescente pressão internacional para que instituições adotem ações mais sustentáveis em suas operações, demonstrando sua responsabilidade socioambiental. Nesse contexto, a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) tem demonstrado alinhamento com a Agenda 2030. Entretanto, fatores como o quadro reduzido de pessoal e cortes orçamentários durante a pandemia de COVID-19 retardaram a execução de metas estabelecidas em seu Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI). Portanto, este trabalho investiga como a Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) pode superar desafios operacionais, financeiros e culturais para implementar um sistema de gestão energética sustentável. O objetivo deste estudo é traçar diretrizes para a implantação de um sistema de Gestão Energética na UAST, buscando alinhamento com padrões internacionais e compromisso com a responsabilidade socioambiental. A abordagem metodológica quanti-qualitativa adotada incluiu um diagnóstico energético na UAST, identificando os principais consumidores de energia, padrões de uso, ineficiências e áreas de melhoria. Avaliou-se a conformidade das práticas existentes com a norma NBR ISO 50001, enfatizando a necessidade de integrar soluções de eficiência energética na infraestrutura e operações da universidade. Os resultados indicam que, apesar dos esforços atuais, existem oportunidades de melhoria do desempenho energético. A implementação de um sistema de gestão energética baseado na NBR ISO 50001 pode resultar em reduções no consumo de energia, custos operacionais e emissões de gases de efeito estufa. As descobertas sublinham que a adoção de tecnologias mais eficientes, aliada à conscientização e ao treinamento dos usuários, são importantes fatores para alcançar a eficiência energética desejada. O estudo também ressalta a importância de se estabelecer um sistema de gestão energética robusto na UAST, que não só reduza o consumo de energia e os custos associados, mas também promova a sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: Energia; Sustentabilidade; Eficiência Energética.

ABSTRACT

Faced with global energy issues and climate change, there is growing international pressure for institutions to adopt more sustainable actions in their operations, demonstrating their socio-environmental responsibility. In this context, the Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE) has demonstrated alignment with the 2030 Agenda. However, factors such as reduced staff and budget cuts during the COVID-19 pandemic have delayed the execution of goals established in its Development Plan Institutional (PDI). Therefore, this work investigates how the Serra Talhada Academic Unit (UAST) can overcome operational, financial, and cultural challenges to implement a sustainable energy management system. The objective of this study is to outline guidelines for the implementation of an Energy Management system at UAST, seeking alignment with international standards and commitment to socio-environmental responsibility. The quantitative-qualitative methodological approach adopted included an energy diagnosis at UAST, identifying the main energy consumers, usage patterns, inefficiencies and areas for improvement. The compliance of existing practices with the NBR ISO 50001 standard was assessed, emphasizing the need to integrate energy efficiency solutions into the university's infrastructure and operations. The results indicate that, despite current efforts, there are opportunities to improve energy performance. The implementation of an energy management system based on NBR ISO 50001 can result in reductions in energy consumption, operational costs and greenhouse gas emissions. The findings highlight that the adoption of more efficient technologies, combined with user awareness and training, are important factors in achieving the desired energy efficiency. The study also highlights the importance of establishing a robust energy management system at UAST, which not only reduces energy consumption and associated costs, but also promotes environmental sustainability.

Keywords: Energy; Sustainability; Energy Efficiency.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Lista das Edificações presentes na UAST.....	24
Quadro 2 – Dimensões do desenvolvimento sustentável.....	29
Quadro 3 – Dimensões e linhas estratégicas da Agenda 21 Brasileira.....	31
Quadro 4 – 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).....	32
Quadro 5 – Principais IDE utilizados em Instituições de Ensino.....	43
Quadro 6 – Objetivo 93 do PDI 2021/2030 da UFRPE.....	55
Quadro 7 – Circuito de Iluminação externa.....	66
Quadro 8 – Plano de ação.....	74
Quadro 9 – Funções da CICE e a sua ligação com a NBR ISO 50001.....	76
Quadro 10 – Sistema proposto para substituição dos ares-condicionados.....	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Presença regional da UFRPE.....	23
Figura 2 – Biblioteca Vanete Almeida – UAST.....	25
Figura 3 – Vista Aérea da UAST.....	25
Figura 4 – Usina fotovoltaica 01.....	27
Figura 5 – Usina fotovoltaica 02.....	27
Figura 6 – Dimensões do Desenvolvimento Sustentável.....	28
Figura 7 – Ciclo PDCA da NBR ISO 50001.....	41
Figura 8 – Processo de planejamento da NBR ISO 50001.....	42
Figura 9 – Exemplo ilustrativo da LBE e IDE	46
Figura 10 – Indicação dos prédios ligados ao Setor 2 de distribuição elétrica	59
Figura 11 – Esquema da distribuição de média tensão da UAST	60
Figura 12 – Corredor do 1º Andar do Bloco 2.....	64
Figura 13 – Escadas do Bloco 3.....	64
Figura 14 – Consumo estimado por local	72
Figura 15 – Consumo estimado por tipo de uso.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição de potência instalada por local analisado	61
Tabela 2: Distribuição da carga conforme o tipo do equipamento.....	62
Tabela 3: Quantitativo dos aparelhos de ar-condicionado do setor 2	62
Tabela 4: Distribuição das cargas conforme equipamento.....	66
Tabela 5 – Consumo estimado da iluminação interna e externa.....	68
Tabela 6: Consumo estimado referente a aparelhos de ar-condicionado.....	68
Tabela 7: Consumo estimado do uso de computadores.....	69
Tabela 8: Consumo estimado dos Equipamentos do laboratório do PGPV.....	70
Tabela 9: Consumo estimado de outros aparelhos.....	71
Tabela 10: Comparativo do consumo entre sistema atual e sistema proposto.....	82
Tabela 11: Cálculo do retorno do investimento em aparelhos inverter.....	83
Tabela 12: Sistema proposto para substituição das luminárias externas por LED.....	84
Tabela 13: Comparativo entre o sistema de iluminação de vapor metálico e LED.....	85
Tabela 14: Cálculo do retorno do investimento em luminárias LED.....	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEE	Ação de Eficiência Energética
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
CBG	Clínica de Bovinos de Garanhuns
CICE	Comissão Interna de Conservação De Energia
CO ₂	Óxido de Carbono
CODAI	Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas da UFRPE
CONPET	Programa Nacional da Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e do Gás Natural
CONSERVE	Programa de Conservação de Energia Elétrica
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CMA	Índice de Consumo Médio Mensal por Alunos
CMM	Índice de Consumo Médio Mensal por m ²
CTPPI	Centro de Treinamento e Pesquisa em Pequena Irrigação
EAIL	Estação de Agricultura Irrigada de Ibimirim
EAIP	Estação de Agricultura Irrigada de Parnamirim
EE	Eficiência Energética
EECAC	Estação Experimental de Cana-de-Açúcar
EEPAC	Estação Experimental de Pequenos Animais
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GE	Gestão Energética
GEE	Gases de efeito estufa
GWh	Gigawatt por hora
IES	Instituições de Ensino Superior
IFES	Instituições Federais de Ensino Superior
IDE	Indicadores de desempenho energético
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)
ISO	International Organization for Standardization
Km	Quilômetro

KW	Quilowatt (10 ³ Watt)
KWh	Quilowatt-hora
KWP	Quilowatt-pico
LBE	Linha de base energética
LED	<i>Light Emitting Diode</i> (Diodo Emissor de Luz)
MGP	Programa de Pós-Graduação em Gestão Pública para o Desenvolvimento do Nordeste
M ²	Metro quadrado
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MWh	Megawatt por hora
NAPS	Núcleo de Assistência e Promoção à Saúde
NBR	Norma Brasileira
NEMAM	Núcleo de Engenharia e Meio Ambiente da UFRPE
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PCR	Índice Percentual de Consumo no Período de Faturamento Reservado
PCT	Índice Percentual de Consumo Total
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i> (Planejar-Fazer-Verificar-Agir)
PDI	Plano de Desenvolvimento Institucional
PEN	Política Energética Nacional
PGD	Programa de Gestão e Desempenho
PGPV	Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Produção Vegetal
PLS	Plano de Logística Sustentável
PME	Programa de Mobilização Energética
PPGBC	Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Biodiversidade e Conservação
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROPLAN	Pró-reitora de Planejamento e Gestão Estratégica
QGBT	Quadro geral de Baixa tensão
REUNI	Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
RN	Resolução Normativa
RNP	Rede Nacional de Pesquisa

R\$	Real brasileiro
SEGES/ME	Secretaria de Gestão
SEMAN	Seção de Engenharia e Manutenção
SGC/UAST	Seção de Gestão de Contratos da UAST
SGE	Sistema de Gestão Energética
UAB	Universidade Aberta do Brasil
UABJ	Unidade Acadêmica de Belo Jardim
UACSA	Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho
UAG	Unidade Acadêmica de Garanhuns
UAST	Unidade Acadêmica de Serra Talhada
UC	Unidade Consumidora
UAEADTEC	Unidade Acadêmica de Educação a Distância e Tecnologia
UFAPE	Unidade Acadêmica de Belo Jardim
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
USE	Uso Significativo de Energia
W	<i>Watt</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	18
1.2 OBJETIVOS	20
1.2.1 Objetivo Geral	20
1.2.2 Objetivo Específicos	20
1.3 JUSTIFICATIVA.....	21
1.4 CARACTERIZAÇÃO DO CENÁRIO DE ESTUDO.....	22
1.4.1 A Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE	22
1.4.2 A Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UAST	23
2. REFERENCIAL TEÓRICO	26
2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUAS DIMENSÕES.....	26
2.2 GESTÃO PÚBLICA AMBIENTAL	30
2.3 AGENDA 2021.....	30
2.4 AGENDA 2030.....	32
2.4.1 ODS 7: Energia Limpa e Acessível	34
2.5 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	35
2.5.1 Marcos Regulatórios da Eficiência Energética no Brasil	36
2.5.2 Eficiência Energética em Edificações: Otimização e Sustentabilidade	38
2.6 A GESTÃO ENERGÉTICA À LUZ DA NBR ISO 50001: SISTEMA DE GESTÃO DA ENERGIA- REQUISITOS COM ORIENTAÇÕES DE USO	39
2.6.1 Processo de planejamento energético	41
2.6.2 Revisão energética	43
2.6.3 Quantificação do desempenho energético: Indicadores de desempenho energético e Linha base energética	44

3. METODOLOGIA	47
3.1 ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO E GESTÃO DE POLÍTICAS ENERGÉTICAS E LIDERANÇA ORGANIZACIONAL NA UFRPE	47
3.2 AVALIAÇÃO E APRIMORAMENTO DA POLÍTICA ENERGÉTICA DA UFRPE EM CONFORMIDADE COM A NBR ISO 50001	48
3.3 PLANEJAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SGE NA UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA: UMA ANÁLISE DO SETOR 2	48
3.3.1 Definição da Fronteira do SGE	48
3.3.2 Levantamento da Infraestrutura elétrica da UAST	48
3.3.3 Levantamentos dos equipamentos elétricos	49
3.3.4 Levantamento do funcionamento dos setores da UAST	50
3.4 ANÁLISE DO USO DE ENERGIA DO SETOR 2 DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NA UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA - UAST	50
3.4.1 Uso de equipamentos de refrigeração	51
3.4.2 Iluminação Interna e Externa	51
3.4.3 Equipamentos dos laboratórios da Pós-graduação em Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal	52
3.5 ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ENERGIA DO SETOR 2 DE DISTRIBUIÇÃO DA UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA-UAST	52
3.6 DETERMINAÇÃO DOS USOS SIGNIFICATIVOS DE ENERGIA (USE)	53
3.7 PLANOS DE AÇÃO E OPORTUNIDADES PARA MELHORIA DO DESEMPENHO ENERGÉTICO	53
4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
4.1 A IMPLEMENTAÇÃO E GESTÃO DE POLÍTICAS ENERGÉTICAS E LIDERANÇA ORGANIZACIONAL NA UFRPE	54

4.2 AVALIAÇÃO E APRIMORAMENTO DA POLÍTICA ENERGÉTICA DA UFRPE EM CONFORMIDADE COM A NBR ISO 50001	58
4.3 PLANEJAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SGE NA UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA: UMA ANÁLISE DO SETOR 2	59
4.4 ANÁLISE DO USO DE ENERGIA DO SETOR 2 DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NA UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA-PE	61
4.4.1 Uso de equipamentos de refrigeração	62
4.4.2 Iluminação interna.....	64
4.4.3 Iluminação externa.....	65
4.4.4 Equipamentos dos laboratórios da Pós-graduação em Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal	66
4.5 CÁLCULO DO CONSUMO DE ENERGIA DO SETOR 2 DE DISTRIBUIÇÃO DA UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA-UAST	67
4.5.1 Iluminação.....	67
4.5.2 Refrigeração	68
4.5.3 Computadores	69
4.5.4 Equipamentos de laboratório.....	69
4.5.5 Outros aparelhos.....	70
4.6 ESTIMATIVA DE USO E CONSUMO DA ENERGIA	71
4.7 DETERMINAÇÃO DOS USOS SIGNIFICATIVOS DE ENERGIA (USE).....	73
4.8 PLANOS DE AÇÃO E OPORTUNIDADES PARA MELHORIA DO DESEMPENHO ENERGÉTICO.....	73
4.8.1 Implantação de uma Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) na Unidade Acadêmica de Serra Talhada.....	75

4.8.2 A implantação de medidas educativas e a revisão de práticas de consumo	77
4.8.3 Necessidade de medição individualizada	79
4.8.4 Refrigeração: Substituição dos equipamentos atuais por equipamentos mais eficientes	81
4.8.5 Substituição das luminárias externas por luminárias com tecnologia LED	84
4.8.6 Reuso de água dos drenos dos ar-condicionado, como água destilada, no PGPV	86
5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
REFERÊNCIAS	89
ANEXOS	94
ANEXO A – CIRCUITOS DE ILUMINAÇÃO DO BLOCO 1	94
ANEXO B – CIRCUITOS DE ILUMINAÇÃO DO BLOCO 2	95
ANEXO C – CIRCUITOS DE ILUMINAÇÃO DO BLOCO 3	96
ANEXO D – CIRCUITO DE ILUMINAÇÃO EXTERNA 2	96
ANEXO E – CIRCUITOS DE ILUMINAÇÃO PGPV	97
APÊNDICES	98
APÊNDICE A: APARELHOS DE AR-CONDICIONADO DO BLOCO 1	98
APÊNDICE B: APARELHOS DE AR-CONDICIONADO DO BLOCO 2	99
APÊNDICE C: APARELHOS DE AR-CONDICIONADO DO BLOCO 3	101
APÊNDICE D: APARELHOS DE AR-CONDICIONADO DO PGPV	102
APÊNDICE E: CONSUMO ESTIMADO BLOCO 1: CATEGORIA “OUTROS”	103
APÊNDICE F: CONSUMO ESTIMADO BLOCO 2: CATEGORIA “OUTROS”	103
APÊNDICE G: CONSUMO ESTIMADO BLOCO 3: CATEGORIA “OUTROS”	104

APÊNDICE H: CONSUMO ESTIMADO PGPV: CATEGORIA “OUTROS”	104
APÊNDICE I: ESTIMATIVA DE CONSUMO DE EQUIPAMENTO DE POTÊNCIA CONSTANTE	105
APÊNDICE J: ESTIMATIVA DE CONSUMO DE EQUIPAMENTO DE POTÊNCIA VARIÁVEL	105
APÊNDICE K: ESTIMATIVA DO TEMPO DE USO DAS INSTALAÇÕES	105
APÊNDICE L: SISTEMA PROPOSTO PARA SUBSTITUIÇÃO DOS APARELHOS DE AR-CONDICIONADO DE 21000 BTUS DO TIPO ACJ	106
APÊNDICE M: SISTEMA PROPOSTO PARA SUBSTITUIÇÃO DOS APARELHOS DE AR-CONDICIONADO DE 18000 BTUS	106
APÊNDICE N: SISTEMA PROPOSTO PARA SUBSTITUIÇÃO DOS APARELHOS DE AR-CONDICIONADO DE 10000 BTUS DO TIPO ACJ	107
APÊNDICE O: PROPOSTA DE AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO	107
APÊNDICE P: Principais questões abordadas durante as entrevistas não estruturadas	108

1. INTRODUÇÃO

Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) lançou um plano global para vencer os principais desafios do século. Nomeado de Agenda 2030, esse programa nasceu de um acordo assinado pelos 193 Estados-membros da ONU, os quais se comprometeram a seguir as recomendações presentes no documento “Transformando o Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, abrangendo o intervalo entre os anos de 2015 a 2030 (ONU, 2015). Esse programa é composto por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas que abrangem as três dimensões do desenvolvimento sustentável – social, ambiental e econômica – e podem ser aplicadas por governos, a sociedade civil e por qualquer cidadão comprometido com as gerações futuras (UFRPE, 2022b, 2022a).

Dentre os 17 ODS, é pertinente destacar a estreita ligação entre os ODS 7 (assegurar energia limpa e acessível a todos) e 13 (combater a mudança climática e seus impactos), pois ambos se relacionam diretamente com a problemática energética global que tem ganhado notoriedade devido aos problemas sociais, econômicos e ambientais que os envolvem (ONU, 2015). Esses objetivos refletem a crescente consciência da comunidade internacional sobre a importância da transição energética para fontes renováveis como elemento central na luta contra as mudanças climáticas (Gupta; Anand; Gupta, 2017).

Historicamente, a evolução do consumo de energia tem sido um motor de desenvolvimento econômico e social. Para Camargos e Martins (2021), é inegável que a evolução dos meios de produção tem contribuído significativamente para a melhoria da qualidade de vida de parte da população mundial. Entretanto, os autores destacam que ao longo do tempo, para manter a demanda de recursos, o ser humano passou a controlar em maior nível as adversidades naturais, deixando que a sua interferência no meio ambiente passasse de uma relação de sobrevivência para uma relação predatória, culminando no processo de degradação ambiental.

A Agenda 2030 propõe uma mudança paradigmática em direção a sistemas de energia sustentáveis, que sejam acessíveis, confiáveis e limpos. Entretanto, a busca por fontes renováveis não será suficiente para conter às crises energética e climática se não houver um consumo consciente, uma redução da demanda por energia, além de investimentos em promoção de ações de eficiência energética (ONU, 2015; Silveira, 2018). Nesse cenário, as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES)

podem desenvolver um papel estratégico no desenvolvimento de ações de eficiência energética, por serem instituições que desempenham uma importante contribuição socioambiental na sociedade, através das suas ações de ensino, pesquisa e extensão.(Batlle; Palácio; Lora, 2015; Casado; Zampieri; Siluk, 2011). Entretanto, para estabelecer, implementar, manter e melhorar continuamente ações de eficiência energética, é necessário a implantação de um sistema que seja organizado e atenda às demandas específicas da organização.

A implementação de um sistema baseado na NBR ISO 50001 em uma Universidade Pública demonstra o compromisso socioambiental da instituição. Além dos benefícios diretos, como a redução nos custos, a aplicação desta NBR, acaba elucidando à sociedade a importância da adoção de práticas sustentáveis e ao mesmo tempo pode gerar avanços no estado da arte em relação à temática. A NBR ISO 50001:2018 pode ser usada como um instrumento para que as organizações estabeleçam em seus processos práticas de melhoria contínua do seu desempenho energético, incluindo a melhora na sua eficiência energética, no seu uso e no seu consumo de energia. A norma estabelece que as melhorias vão se dar pela implementação de um sistema de gestão de energia (SGE), baseado no ciclo PDCA (*Plan, Do, Check e Act*), que em português significa: planejar, executar, checar e agir. (ABNT, 2018).

Este trabalho buscou esclarecer a adoção de práticas em relação à eficiência energética nas Instituições Públicas de Ensino Superior, tendo como objeto de estudo a Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), pertencente à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Para isso, serão realizadas análises na instituição, visando identificar oportunidades de melhoria em suas práticas organizacionais e na sua estrutura física, a fim de promover a melhora no desempenho energético. A adoção dessas práticas será alinhada com os requisitos da norma NBR ISO 50001.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

A Organização das Nações Unidas, (ONU), por meio da Agenda 2030, estabeleceu metas para a transição contínua para sistemas de energia sustentáveis, o que requer um esforço conjunto em nível global. Essa transição demanda medidas inovadoras e colaborativas, além da superação de desafios tecnológicos, políticos e sociais para garantir o acesso universal a fontes de energia limpas, baratas e

sustentáveis, e melhorar a eficiência energética em todos os setores da economia. A importância deste tema se destaca tanto globalmente quanto em âmbito local, o que inclui setor educacional e, mais especificamente, nas universidades públicas.

Nesse cenário, a Universidade Federal Rural de Pernambuco tem buscado ser um exemplo no enfrentamento dos desafios globais, adotando práticas sustentáveis focadas em energia limpa e em ações de combate às mudanças climáticas. O Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) da UFRPE, para o período de 2021 a 2030, enfatiza a promoção da responsabilidade socioambiental como um princípio orientador, porém a efetiva implementação de práticas de gestão de energia sustentável apresenta vários desafios dentro da instituição. Um dos principais desafios consiste na capacidade de implementar e integrar soluções de eficiência energética, levando em consideração a infraestrutura existente, as limitações orçamentárias e de pessoal, bem como o engajamento da comunidade acadêmica.

Dentro deste contexto, a Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), apresenta-se como um possível modelo para implantação de práticas sustentáveis no âmbito da UFRPE, apesar dos avanços proporcionados pela instalação de duas usinas fotovoltaicas na unidade, há questões relacionadas à ineficiência das instalações e à necessidade de modernização de parte dos equipamentos, além da necessidade da adoção de medidas que venham a garantir uma gestão energética eficiente e sustentável na unidade.

Portanto, o problema de pesquisa que se coloca é: Quais são as estratégias e ações necessárias para superar os desafios operacionais, financeiros e culturais na implementação de um sistema de gestão energética sustentável na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, de modo que venha a alinhar-se aos princípios e à responsabilização socioambiental propostos pelo plano de desenvolvimento institucional da UFRPE?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Traçar diretrizes para a implantação de um sistema de Gestão Energética na Unidade Acadêmica de Serra Talhada da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

1.2.2 Objetivo Específicos

- Realizar uma análise do alinhamento das ações de eficiência energética implementadas pela UFRPE, considerando os requisitos da norma NBR ISO 50001;
- Realizar um diagnóstico energético na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, a fim de identificar as fontes consumidoras de energia elétrica, o rendimento dos equipamentos, padrões de consumo, bem como as possíveis perdas;
- Elaborar possíveis soluções para diminuição do consumo de energia na Unidade, como a substituição dos equipamentos atuais por outros de maior eficiência e a adoção de mudanças de caráter administrativo;
- Desenvolver um plano de ações à luz da NBR ISO 50001, para implantação de um Sistema de Gestão Energética na Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UAST/UFRPE;

1.3 JUSTIFICATIVA

As Universidades assumem um papel importante no desenvolvimento intelectual e social, sendo o local onde o conhecimento é coletado, mantido e compartilhado, os tornando essenciais para a evolução contínua do saber e para o progresso da sociedade. Para Manéia (2016), além das funções básicas de ensino, pesquisa e extensão, as Universidades são responsáveis por desenvolver o intelecto humano, preparando os alunos para o pleno exercício da cidadania e a construção de uma sociedade responsável e sustentável, o que leva a incluir a preocupação com o meio ambiente e a promoção do desenvolvimento que considere as necessidades das gerações futuras, equilibrando o crescimento econômico com a conservação ambiental.

A pesquisa na Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) sobre gestão energética sustentável é justificada pela necessidade de abordar questões ambientais e pelo potencial da unidade de se tornar um modelo de sustentabilidade para a sociedade. Como promotoras de inovação e conhecimento, universidades têm o poder de influenciar a sociedade, promovendo mudanças comportamentais e ambientais. A implementação bem-sucedida de ações sustentáveis pode inspirar outras instituições a adotarem estratégias similares, ampliando o impacto positivo no meio ambiente.

Economicamente, a eficiência energética oferece uma oportunidade para redução dos custos a longo prazo, liberando recursos que podem ser reinvestidos em outras áreas críticas, como pesquisa e desenvolvimento, ensino e extensão.

Por fim, a pesquisa oferece perspectivas sobre os desafios, estratégias e melhores práticas associadas à gestão energética em um contexto universitário. Os resultados não apenas beneficiarão a UAST e a UFRPE, mas também poderão vir a beneficiar outras instituições com desafios similares, contribuindo assim para o corpo de conhecimento sobre sustentabilidade no ensino superior e inspirando a realização de outros estudos científicos acerca dessa temática.

1.4 CARACTERIZAÇÃO DO CENÁRIO DE ESTUDO

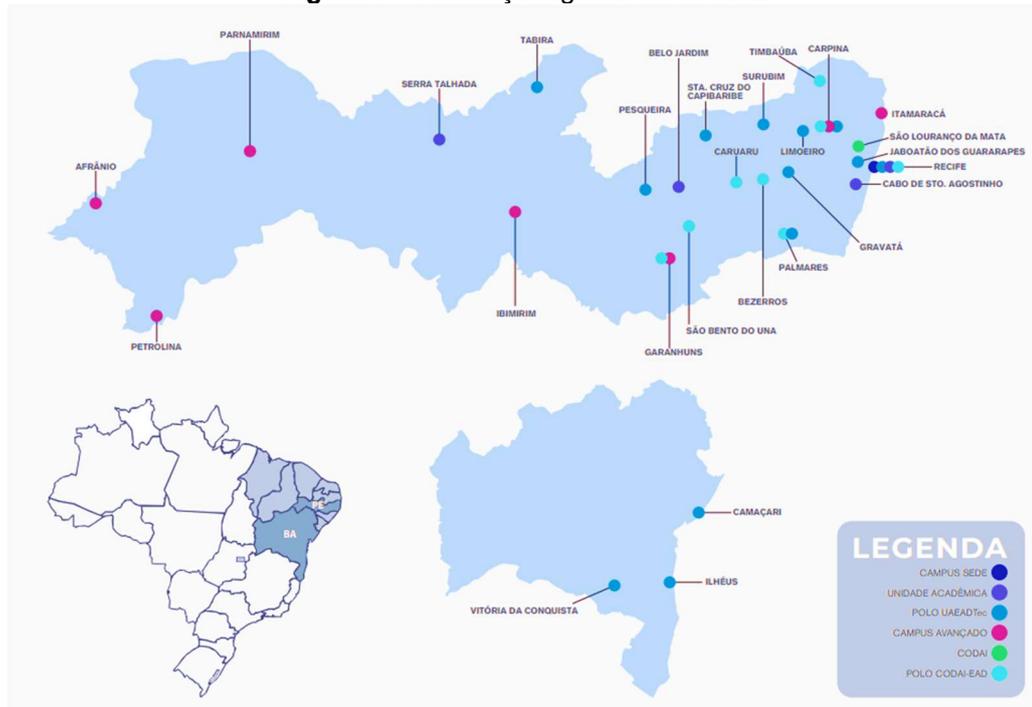
1.4.1 A Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

A Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) tem como visão, “Destacar-se, nacional e internacionalmente, pelo protagonismo e pela responsabilidade no enfrentamento dos desafios e diante das transformações da universidade pública” (UFRPE, 2021, p. 38). Essa visão reflete o compromisso em manter a instituição como excelência em ensino, pesquisa e extensão, buscando sempre atender as necessidades da sociedade.

Com uma trajetória de mais de um século, a UFRPE tem um papel fundamental no desenvolvimento social, econômico e ambiental do estado de Pernambuco e do país como um todo. O seu início, remete a novembro de 1912, com a criação das Escolas Superiores de Agricultura e Medicina Veterinária do Mosteiro de São Bento na cidade de Olinda, onde contava apenas com os cursos de Agronomia e Medicina veterinária. Hoje, a UFRPE conta com 59 cursos de graduação, nas áreas de ciências agrárias, ciências exatas e da Terra, ciências humanas, ciências sociais aplicadas, ciências biológicas, letras, artes, ciências da saúde e engenharias (UFRPE, 2023a).

No que concerne a estrutura acadêmica e administrativa, a Universidade é composta por mais de 1200 docentes, mais de 1000 técnicos administrativos e mais de 500 colaboradores terceirizados, além de cerca de 17 mil discentes, distribuídos em todas as regiões do estado de Pernambuco e em parte da Bahia (UFRPE, 2023b). A instituição conta com o campus Sede localizado no Recife e Unidades Acadêmicas em Serra Talhada (UAST), Cabo de Santo Agostinho (UACSA), e Belo Jardim (UABJ), além de polos de educação a distância (UAEADTec) e Estações de pesquisa, como a Estação Ecológica do Tapacurá, em São Lourenço da Mata, a Estação Experimental de Cana-de-Açúcar (EECAC) e Estação Experimental de Pequenos Animais (EEPAC), em Carpina. Também fazem parte da instituição a Clínica de Bovinos de Garanhuns (CBG), a Estação de Agricultura Irrigada (EAI), em Ibimirim e a Estação de Agricultura Irrigada (EAIP), em Parnamirim (UFRPE, 2021). A Figura 1 apresenta a distribuição regional da UFRPE:

Figura 1 – Presença regional da UFRPE



Fonte: (UFRPE, 2021)

1.4.2 A Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UAST

A Unidade acadêmica de Serra Talhada foi a segunda interiorização implementada pela UFRPE fora da sede. Localizada no sertão pernambucano, no município de Serra Talhada, dista 415 km da capital, sendo a unidade mais distante do campus sede. O início das suas atividades ocorreu no segundo semestre de 2006. Em 2024 a unidade oferta os cursos de Bacharelado em Ciências Biológicas, Ciências Econômicas, Sistemas de Informação, Agronomia, Engenharia de Pesca, Administração e Zootecnia, além das licenciaturas em Química e Letras. (UFRPE, 2021). A Unidade ainda possui dois programas de Pós-Graduação *Strictu Sensu*, sendo eles: o Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PGPV), implantado no ano de 2011 e o Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação (PPGBC), criado no ano de 2015.

A Unidade foi implantada onde funcionava o Centro de Treinamento e Pesquisa em Pequena Irrigação (CTPPI), onde existia apenas 11 edificações - nomeadas da Letra “A” a Letra “L” - (Quadro 1) que não foram projetadas para comportar salas de aula. Mais tarde, em março de 2008, foram entregues três novos blocos de salas que comportaram os nove cursos de graduação. Com o passar dos anos, diante dos

investimentos federais no desenvolvimento da educação superior, novos blocos foram construídos e hoje a UAST com as seguintes edificações:

Quadro 1 – Lista das Edificações presentes na UAST

Edificação	Funcionamento
Bloco A -	DML; Garagem e Setor de Segurança.
Bloco B	Sala dos técnicos de química e Almoxarifado dos Laboratórios didáticos.
Bloco C	Laboratórios, Sala de docentes e Seção de Tecnologia da Informação.
Bloco D	Direção Geral e Acadêmica e Coordenação Geral de Cursos.
Bloco E	Refeitório e Copa.
Bloco F	Anfiteatro e Sala de Estudos em grupo.
Bloco G	Sala de Comissões e vestiários.
Bloco H	Salas de Docentes e vestiários.
Bloco I	Laboratório de Química.
Bloco J	Programa de pós-graduação em Biodiversidade e conservação.
Bloco L	Programa de pós-graduação em Produção Vegetal.
Bloco de Vestiários	Vestiários de uso público.
Bloco 1	10 salas de aula, Núcleo de Assistência e Promoção à Saúde (NAPS), sala das coordenações, apoio didático e Laboratórios.
Bloco 2	11 salas de aula, NAPS 2 e 4 laboratórios.
Bloco 3	18 Salas de Aula.
Anexo do Bloco 3	Conta com 12 salas de aula, 9 coordenações; sem previsão de funcionamento.
Bloco Administrativo	Seções de compras e contratos, almoxarifado, patrimônio, acessibilidade, protocolo, engenharia e manutenção, conselhos e Sala da Direção Administrativa.
Cantina	Cantina em Sessão de uso.
Guarita Entrada 1	Segurança patrimonial.
Guarita Entrada 2	Segurança patrimonial.
Guarita Central	Segurança patrimonial.
Restaurante Universitário	O Restaurante terá a capacidade para até 2400 refeições/dia e tem previsão de funcionamento para o segundo semestre de 2023.
Residência Feminina	Residência com capacidade para 54 discentes.
Residência Masculina	Residência com capacidade para 54 discentes.
Biblioteca/Auditório	Biblioteca Setorial e Auditório.
Galpão de Garagem	Seção de transportes e Seção de apoio as atividades de campo.
Fábrica de Ração	Laboratório de aulas práticas.
Galpão de hidráulica	Laboratório de aulas práticas.
Bloco de Professores 1	Capacidade para 96 docentes; Sem previsão de funcionamento.
Bloco de Professores 2	Conta com 48 salas, capacidade para 96 docentes.
Bloco de Laboratórios 1	Conta com 17 laboratórios.
Bloco de Laboratórios 2	Conta com 15 laboratórios.
Quadra Poliesportiva	Ginásio para atividades da disciplina de educação física.

Fonte: Autor, 2022.

A edificação que abriga a Biblioteca Vanete Almeida e o auditório da UAST, conforme apresentado na Figura 2, é um espaço multifuncional. A biblioteca tem 614,60 m² de área construída, com um acervo de 23 mil livros e 3 mil títulos, espaço reservado para estudos, sala com computadores, e auditório para cerimônias e eventos diversos, chamado de Atikun em homenagem ao povo indígena local (UFRPE, 2023b). A Figura 3, por sua vez, traz uma vista aérea das edificações presentes na unidade.

Figura 2 – Biblioteca Vanete Almeida -UAST



Fonte: Autor (2022)

Figura 3 – Vista Aérea da UAST



Fonte: Google Earth (2022)

Atualmente, a UAST conta com um quadro de 198 docentes, 67 servidores técnicos administrativos e aproximadamente 80 terceirizados. Além disso, a unidade conta com cerca de 2.400 discentes matriculados nos cursos de graduação e 54 discentes nos cursos de pós-graduação, além de duas residências estudantis atendendo cerca de 80 discentes simultaneamente (UFRPE, 2023b).

Em relação ao fornecimento de energia elétrica, a UAST é atendida em média tensão em um único ponto pela Concessionária Neoenergia Pernambuco, e posteriormente é distribuída com infraestrutura própria, onde a manutenção e operacionalização dessas redes são de responsabilidade da Seção de Engenharia e Manutenção da Unidade Acadêmica Unidade (SEMAN/UAST).

No início do ano de 2022, foram instalados na UAST 1.008 painéis solares. Esses painéis foram distribuídos em duas usinas, conforme pode ser visualizado nas Figuras 4 e 5. Em condições ideais possuem a potência total de 334,64 Kwp (Quilowatt pico). A previsão é que essa instalação atenda de 25% a 35% da demanda da Unidade, entretanto, o impacto real desse investimento ainda não foi calculado, devido

a fatores que influenciaram no consumo, como o regime de aulas semipresenciais ocorrido no semestre 2022.2 e regime de trabalho remoto implantado para alguns setores administrativos.

Figura 4: Usina fotovoltaica 01



Fonte: Autor (2022)

Figura 5: Usina fotovoltaica 02



Fonte: Autor (2022)

Os edifícios herdados do CTPPI desempenham funções diferentes daquelas para as quais foram projetados. Isso levou a uma ampliação das instalações elétricas de baixa tensão para atender às novas demandas da Unidade, porém, não houve nenhum estudo técnico para atestar a segurança e eficiência dessas modificações, o que pode gerar perdas e acidentes devido à sobrecarga dos sistemas. Nos novos edifícios, o dimensionamento elétrico foi feito de acordo com o uso final da edificação, seguindo as normas técnicas pertinentes, o que torna as edificações mais seguras e eficientes, entretanto, tais edifícios ainda estão bem aquém de terem uma eficiência energética adequada.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUAS DIMENSÕES

Desde o início da primeira Revolução Industrial em meados de XVIII, o mundo vivenciou um crescimento notável tanto em termos populacionais quanto em termos econômicos. Esse crescimento populacional desencadeou um aumento na demanda de bens, serviços e de outros requisitos essenciais à sobrevivência, onde destacaram-se o espaço, as fontes energéticas, os recursos não renováveis, a água e os alimentos

como os fatores mais demandados (Schenini; Nascimento, 2002). Tais necessidades, aliadas aos avanços tecnológicos, têm permitido o aperfeiçoamento de métodos de exploração de recursos naturais, bem como das práticas em agricultura, pecuária, mineração, além do aprimoramento no uso de fontes energéticas. A evolução desses métodos de produção tem impulsionado o crescimento econômico em diversas regiões, melhorando a disponibilidade de alimentos, de produtos manufaturados e a oferta de recursos energéticos, o que conseqüentemente impacta positivamente na qualidade de vida da população (Rosa *et al.*, 2020; ONU, 2015; Schenini; Nascimento, 2002).

Para Romeiro (2012), o crescimento econômico apesar de ser um elemento essencial, não é suficiente para elevar o bem-estar social. Isso se deve ao fato de que a distribuição de renda, principal indicador de inclusão social, não é uma consequência direta do crescimento econômico, pois este pode vir a beneficiar apenas uma minoria da sociedade, gerando assim uma exclusão social. Portanto, para o autor, são necessárias políticas públicas específicas formuladas com intuito de assegurar a equidade social e a justiça econômica, ao passo que se estimulem o aumento da eficiência ecológica e se reduzam o risco de perdas ambientais.

A necessidade de conciliar o progresso econômico com a preservação dos recursos naturais e a promoção do bem-estar social fez surgir o conceito de desenvolvimento sustentável (Simas; Pacca, 2013). Essa expressão surgiu em um contexto específico e teve um impacto significativo desde então.

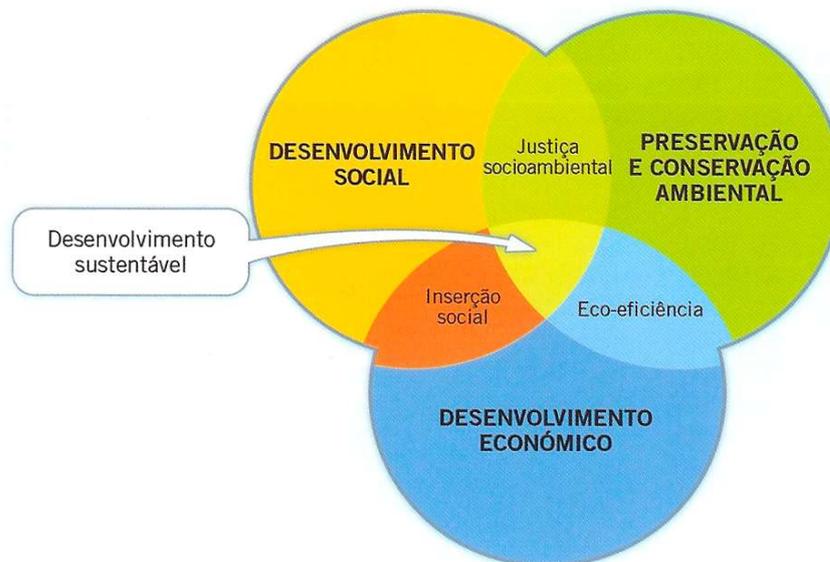
A expressão “desenvolvimento sustentável” foi publicamente empregada pela primeira vez em agosto de 1979, num simpósio das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento. Nesse momento, os ambientalistas eram sistematicamente acusados de serem contra o desenvolvimento. E, numa dessas discussões, algum deles disse a seguinte frase: “Não somos contra o desenvolvimento; apenas queremos que ele seja sustentável”. Bastou isso para que a expressão imediatamente emplacasse [...] e se tornou mundialmente conhecido quando foi adotado como principal bordão de “Nosso futuro comum” (Santos, 2014, p. 35).

Oficialmente o termo “Desenvolvimento Sustentável” foi oficialmente apresentado em 1987 na Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), da Organização das Nações Unidas (ONU), presidida pela ex-primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland (Oliveira *et al.*, 2011). Na ocasião, foi apresentado o relatório “Nosso Futuro Comum” (*Our Common Future*), onde o termo

veio a ser conceituado como o modelo de desenvolvimento “que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades” (tradução nossa) (Brundtland *et al.*, 1987, p. 46).

Para Oliveira et al. (2011), o conceito de desenvolvimento sustentável, embora tenha sido eficaz na criação de soluções para problemas ambientais, revelou-se longe de alcançar um consenso. Isso ocorre porque muitas empresas possuem uma visão de sustentabilidade quase que exclusivamente focada no aspecto econômico. Entretanto, à medida que as questões ambientais se tornaram problemáticas na produção, começou-se a discutir sobre ecoeficiência e o que seria considerado politicamente correto. Segundo Santos (2014), o desenvolvimento sustentável foi inicialmente aceito como um ponto de equilíbrio que engloba as três dimensões do desenvolvimento: social, econômico e ambiental, como ilustrado na Figura 6.

Figura 6: Dimensões do desenvolvimento sustentável



Fonte: Santos (2011)

Santos (2014) destaca que o termo desenvolvimento sustentável pode abarcar outras dimensões, como a espacial e a cultural, pois “ao tratar de temas ambientais, o campo econômico sofre influências que causam repercussões no campo social e espacial, estas responderão conforme as características culturais de uma sociedade” (Santos, 2014, p. 36). Nessa mesma perspectiva, Sachs (2009) apresenta outras

dimensões como, a cultural, ecológica, territorial e política. O Quadro 2 detalha cada dimensão apresentada pelo autor:

Quadro 2 – Dimensões do desenvolvimento sustentável

Social	Busca pela homogeneidade social; distribuição de renda justa; emprego de qualidade; acesso igualitário a recursos e serviços sociais.
Cultural	Equilíbrio entre a tradição e a inovação; autonomia na criação de projetos nacionais; combinação de autoconfiança com abertura para o mundo.
Ecológica	Preservação de recursos renováveis e limitação do uso de recursos não renováveis.
Ambiental	Respeitar e potencializar a autodepuração dos ecossistemas naturais.
Territorial	Equilíbrio entre áreas urbanas e rurais, melhoria do ambiente urbano, redução de disparidades regionais e desenvolvimento ambiental seguro para áreas ecologicamente frágeis.
Econômica	Desenvolvimento econômico equilibrado, segurança alimentar, modernização contínua e inserção soberana na economia internacional.
Política (Nacional)	Democracia baseada em direitos humanos universais, capacidade do Estado de implementar projetos nacionais e coesão social.
Política (Internacional)	Eficácia da ONU na prevenção de guerras, cooperação Norte-Sul baseada na igualdade, controle institucional do sistema financeiro internacional, aplicação do Princípio da Precaução na gestão ambiental, e cooperação científica e tecnológica internacional.

Fonte: Autor, baseado em Sachs (2009)

O desenvolvimento sustentável pode ser alcançado meio de políticas públicas que consigam, “simultaneamente, garantir o aumento da renda nacional, o acesso a direitos sociais básicos (segurança econômica, acesso a saúde e educação) e a redução do impacto do aumento da produção e do consumo sobre o meio ambiente” (Romeiro, 2012, p. 70). Para a aplicação prática do conceito de sustentabilidade é necessário que tanto o setor público quanto o privado adotem ações estratégicas, que não apenas visem a adoção de práticas sustentáveis, mas também promovam um alto nível de conscientização e engajamento. A adoção dessas ações deve ser orientada por um sistema de gestão adequado, o que exige um trabalho conjunto e articulado de profissionais das mais diversas formações. Além disso, é importante envolver a sociedade, consumidores, *stakeholders* e legisladores, de modo que se garanta uma solução holística e eficiente do ponto de vista sustentável (Batista, 2019; Oliveira *et al.*, 2011; Santos, 2014).

2.2 GESTÃO PÚBLICA AMBIENTAL

A gestão pública é o campo da administração que trata do gerenciamento dos recursos, políticas e programas governamentais, visando o interesse comum e o bem-estar social. Essa gestão abrange diferentes aspectos do setor público, o que inclui a gestão orçamentária, a gestão de pessoal, prestação de serviços e a implementação de políticas públicas. O principal foco da gestão pública é garantir que os recursos públicos sejam utilizados de forma eficiente, eficaz e transparente, visando também promoção da equidade social (Fernandes, 2009; Wolter; Velho, 2020).

Paralelamente, a Constituição Federal de 1988, em seu artigo 225, estabelece que todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, conhecendo-o como um bem de uso comum do povo e essencial a qualidade de vida saudável. Para isso, esse artigo da Constituição impõe ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Brasil, 2016). No entanto, para Batista (2019), apesar da coletividade ser mencionada, a Constituição de 1988 coloca o poder público como o principal responsável pela garantia deste direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Isso implica que a gestão pública não se limita a ser apenas um administrador de recursos ou um implementador de políticas, mas também, é detentora da responsabilidade de guardar o meio ambiente e liderar ações sustentáveis e preservacionistas, garantindo assim a obrigação de promover práticas de desenvolvimento sustentável e uma melhor qualidade de vida para as gerações atuais e futuras.

2.3 AGENDA 2021

O meio ambiente alcançou uma posição de destaque na agenda global, tornando-se um tópico praticamente indispensável em diversos encontros internacionais. Esse período foi marcado de “intensos debates, atividades, fóruns e encontros que resultaram em um consenso mundial dos perigos que corria o planeta caso se mantivesse o modelo de crescimento insustentável até então em vigor”. (Dias, 2017, p. 24).

Durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), também conhecida como Rio 92, o conceito de

desenvolvimento sustentável foi amplamente discutido e considerado pelos participantes como o modelo ideal a ser seguido (Rosa *et al.*, 2020). Nesse evento, foi firmado um acordo com a maioria dos países membros nos quais eles se comprometeram a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa e a estabilizar a concentração destes na atmosfera, entretanto não houve a definição de metas específicas (Oliveira *et al.*, 2011).

A conferência é considerada por muitos como um divisor de águas na criação de políticas ambientais, tendo como seu principal produto um relatório que recebeu o Agenda 21 (Schenini *et al.*, 2007). Esse relatório é composto por uma lista de ações a serem desenvolvidas em parcerias entre governos, empresas, organizações não-governamentais e a sociedade, com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável em uma escala global. Esse documento contempla o desenvolvimento social, a preservação e a conservação ambiental, inclusão, a eco eficiência e o desenvolvimento econômico (Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Subcomissão Rio+20 CMADS, 2013; Silva; Neto; Lira, 2018). Para Schenini *et al.* (2007, p. 4), “é necessário salientar que a Agenda 21 engloba aspectos da Administração Pública, das Finanças Públicas e das Políticas Públicas”.

Logo após o lançamento da Agenda 21 global, os países que participaram da conferência iniciaram o processo de formulação de suas próprias agendas. De acordo com Schenini (2007), a Agenda 21 Brasileira foi lançada somente em julho de 2002, definindo assim os compromissos do país com o desenvolvimento sustentável, trazendo no seu corpo 21 ações prioritárias em 5 dimensões. O Quadro 3 apresenta as linhas estratégicas organizadas por diferentes dimensões, fundamentais para o desenvolvimento sustentável:

Quadro 3 – Dimensões e linhas estratégicas da Agenda 21 Brasileira

Dimensões	Linhas estratégicas
Geoambiental	1 - Uso sustentável, conservação e proteção dos recursos naturais
	2 - Ordenamento territorial
	3 - Manejo adequado dos resíduos, efluentes, das substâncias tóxicas e radioativas
	4 - Manejo sustentável da biotecnologia
Social	5 - Medidas de redução das desigualdades e de combate à pobreza
	6 - Proteção e promoção das condições de saúde humana e seguridade social

	7 - Promoção da educação e cultura, para a sustentabilidade
	8 - Proteção e promoção dos grupos estratégicos da sociedade
Econômica	9 - Transformação produtiva e mudança dos padrões de consumo
	10 - Inserção econômica competitiva
	11 - Geração de emprego e renda, reforma agrária e urbana
	12 - Dinâmica demográfica e sustentabilidade
Político-institucional	13 - Integração entre desenvolvimento e meio ambiente na tomada de decisões
	14 - Descentralização para o desenvolvimento sustentável
	15 - Democratização das decisões e fortalecimento do papel dos parceiros do desenvolvimento sustentável
	16 - Cooperação, coordenação e fortalecimento da ação institucional
	17 - Instrumentos de regulação
Da Informação e do Conhecimento	18 - Desenvolvimento tecnológico e cooperação, difusão e transferência de tecnologia
	19 - Geração, absorção, adaptação e inovação do conhecimento
	20 - Informação para a tomada de decisão
	21 - Promoção da capacitação e conscientização para a sustentabilidade

Fonte: Batista (2019)

2.4 AGENDA 2030

Em setembro de 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) publicou a Agenda 2030, com o objetivo de criar um “plano de ação para as pessoas, o planeta e para a prosperidade”. A Agenda 2030 é composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que incluem 169 metas específicas a serem alcançadas nos próximos 15 anos, a Agenda 2030 apresenta os seguintes objetivos:

Quadro 4 – 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

ODS	Descrição
ODS 1	Erradicação da Pobreza: Visa erradicar a pobreza em todas as suas formas, garantindo que as necessidades básicas de todos sejam atendidas.

ODS 2	Fome Zero e Agricultura Sustentável: Objetiva acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável.
ODS 3	Saúde e Bem-Estar: Foca na garantia de uma vida saudável e na promoção do bem-estar para todos, em todas as idades.
ODS 4	Educação de Qualidade: Busca garantir a educação inclusiva, equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.
ODS 5	Igualdade de Gênero: Tem como objetivo alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.
ODS 6	Água Limpa e Saneamento: Visa garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos.
ODS 7	Energia Limpa e Acessível: Foca em assegurar o acesso a fontes de energia confiáveis, sustentáveis, modernas e a preços acessíveis para todos.
ODS 8	Trabalho Decente e Crescimento Econômico: Promove o crescimento econômico inclusivo e sustentável, o emprego pleno e produtivo e o trabalho decente para todos.
ODS 9	Indústria, Inovação e Infraestrutura: Tem como meta construir uma infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e sustentável, e fomentar a inovação.
ODS 10	Redução das Desigualdades: Objetiva reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles.
ODS 11	Cidades e Comunidades Sustentáveis Busca tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.
ODS 12	Consumo e Produção Responsáveis: Visa garantir padrões de consumo e produção sustentáveis.
ODS 13	Ação Contra a Mudança Global do Clima: Tem como objetivo tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos.
ODS 14	Vida na Água Visa conservar e usar de forma sustentável os oceanos, os mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.
ODS 15	Vida Terrestre: Foca na proteção, recuperação e promoção do uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gestão sustentável das florestas, combate à desertificação, e interrupção e reversão da degradação da terra e perda de biodiversidade.
ODS 16	Paz, Justiça e Instituições Eficazes: Visa promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.

ODS 17	Parcerias e Meios de Implementação: Tem como meta fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.
---------------	---

Fonte: Autor, baseado em ONU (2015).

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são integrados e indivisíveis e buscam equilibrar as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental. O propósito é orientar os esforços globais em direção a um futuro mais sustentável e justo, abrangendo temas como a erradicação da pobreza, a promoção da igualdade de gênero, a garantia de educação de qualidade, acesso à saúde, a redução das desigualdades e o combate às mudanças climáticas, entre outros. Para a ONU, tais esforços devem ser conduzidos de forma coordenada e colaborativa em uma escala global, promovendo um engajamento dos governos, setor privado, sociedade civil, Sistema das Nações Unidas e outros atores relevantes (ONU, 2015).

2.4.1 ODS 7: Energia Limpa e Acessível

O Sétimo Objetivo de Desenvolvimento Sustentável é intitulado “Energia Limpa e Acessível” propõe garantir o acesso universal a energia de uma forma moderna, confiável, barata e ao mesmo tempo sustentável. Além disso, esse objetivo se propõe em aumentar a participação de energias renováveis na matriz energética mundial, dobrar a taxa global de eficiência energética e aumentar a cooperação internacional em pesquisa e transferência de tecnologias, principalmente aos países menos desenvolvidos (ONU, 2015; Silva; Neto; Lira, 2018).

Diante da problemática que envolve o uso intensivo da energia, a materialização do ODS 7 demanda mais do que ações de governos e órgãos internacionais. Pois, ao mesmo tempo em que ocorre esforços internacionais para garantia de um futuro sustentável, torna-se necessário que as organizações desenvolvam ações diárias em âmbito local e setorial, através da adoção práticas que visem a eficiência energética em suas operações, através do uso racional e eficiente dos recursos energéticos (Pérez-Lombard; Ortiz; Velázquez, 2013). Dentre essas ações podemos citar: a mudança cultural da organização através da conscientização dos seus colaboradores, a troca de equipamentos elétricos não eficientes por

equipamentos modernos e com menor consumo de energia, melhoria em aspectos térmicos das edificações, adoção de sistemas de iluminação mais eficientes, medidas administrativas, entre outras (Silva; Neto; Lira, 2018; Valle; Cabrera; Wong, 2021).

2.5 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A eficiência energética (EE) exerce um papel fundamental no processo de construção de uma sociedade sustentável. Embora apresente diversas vertentes, a EE pode ser definida como a relação entre a quantidade de energia utilizada e a quantidade de energia que seria efetivamente necessária para execução de um mesmo bem ou serviço. A EE também pode ser entendida como o ato de racionalizar energia, através da adoção de um conjunto de ações que visam à redução do consumo energético destinado a produção de um mesmo bem ou serviço (Batlle; Palácio; Lora, 2015; Gilberto *et al.*, 2010; Souza *et al.*, 2019).

Gilberto *et al.* (2010) mencionam que a definição de EE pode ser ampliada para abranger a inclusão de novas tecnologias que resultem em menores custos financeiros, impactos sociais e ambientais reduzidos na produção dos mesmos bens ou serviços. Tal redução proporciona ganhos do ponto de vista ambiental, pois parte da energia utilizada no mundo é proveniente da queima de combustíveis fósseis e à medida que essa fonte deixa de ser utilizada, resulta na diminuição da emissão dos gases de efeito estufa (Batlle *et al.*, 2020)

No uso final, a exemplo nas indústrias, a EE pode ser empregada não apenas para reduzir custos de produção, mas também pode aumentar a competitividade, possibilitar novos investimentos, além de fomentar a sustentabilidade dentro das organizações. (El Majaty; Touzani; Kasseh, 2023); Fichera; Volpe; Cutore, 2020, Batlle; Palácio; Lora, 2015). Além da redução dos custos de produção, a EE pode aumentar a competitividade, possibilitar novos investimentos e melhorar a imagem da empresa perante o mercado e seus consumidores, que estão cada vez mais conscientes dos impactos ambientais de suas escolhas de consumo. No contexto das residências, a EE pode ser empregada através da adoção de equipamentos mais eficientes e da melhoria no isolamento térmico dos edifícios, bem como com o uso de sistemas de iluminação de baixo consumo.

A eficiência energética é uma peça-chave nas políticas públicas que visam garantir um futuro mais sustentável. Diante desta crescente preocupação com as

mudanças climáticas, governos ao redor do mundo têm se empenhado em implementar normas e incentivos a práticas voltadas a eficiência energética (Altoé *et al.*, 2017). Na Alemanha, desde o início de 2020, é oferecido aos proprietários de edificações a dedução de até 20% dos custos de renovações, com o limite de até 40.000 euros, onde essas medidas incluem melhorias no isolamento térmico dos edifícios, otimização dos sistemas de aquecimento, ventilação e instalação de sistemas de monitoramento eficiente do consumo elétrico (IEA, 2021).

2.5.1 Marcos Regulatórios da Eficiência Energética no Brasil

A crise do petróleo na década 70 trouxe uma atenção global para a dependência de combustíveis fósseis e a sua volatilidade no mercado internacional (Cusa, 2018). Durante essa crise, governos e empresas passaram a buscar fontes alternativas de energia para reduzir a sua dependência dos combustíveis fósseis, levando a uma mudança significativa na matriz energética mundial. Políticas de conservação de energia também passaram a ser adotadas como forma de mitigar os impactos provocados pela escassez desses combustíveis (Altoé *et al.*, 2017).

Segundo Cusa (2018, p. 32),

Países desenvolvidos industrialmente organizaram-se e levantaram fundos para investimentos em projetos voltados para efficientização do uso de energia e para projetos que utilizavam fontes renováveis de energia. Os objetivos destes investimentos eram de diminuir a dependência em relação ao uso do petróleo e seus derivados.

As primeiras iniciativas no Brasil para adoção de medidas de eficiência energética em nível nacional ocorreram em 1981, com a criação Programa de Conservação de Energia Elétrica (CONSERVE), e em 1982 com lançamento do programa de Mobilização Energética (PME). O CONVERSE visava promover a conservação de energia na indústria, através do desenvolvimento de produtos e serviços mais eficientes, e conduzir uma transição de insumos importados pelas indústrias para alternativas nacionais. Já o PME se caracterizava por um conjunto de ações para incentivar medidas de conservação de energia e substituição de derivados de petróleo por fontes renováveis de energia (Cusa, 2018, Altoé *et al.*, 2017).

A Portaria Interministerial nº 1.877/2015 dos Ministérios de Minas e Energia e do Ministério da Indústria e Comércio Exterior, instituiu Programa Nacional de

Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), onde sua principal função era promover o uso racional de energia em todo país, através de uma visão mais abrangente e coordenada. Essa portaria também instituiu o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), que já havia sido criado em 1992, e estabelecia índices mínimos de eficiência energética de equipamentos elétricos. Em 18 de Julho de 1991, foi instituído o Programa Nacional da Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET), revendo as competências do PROCEL, pois esses dois programas tinham como objetivo desenvolver e integrar ações que visavam à racionalização do uso da energia (Altoé *et al.*, 2017; Brasil, Ministério de Minas e Energia Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético Departamento de Desenvolvimento Energético, 2008; MME, 2006).

Em 6 de agosto de 1997, através da Lei nº 9.478, foi instituído a Política Energética Nacional (PEN), trazendo políticas nacionais para o aproveitamento racional das fontes de energia e proteção do meio ambiente. A lei também instituiu a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), deixando a cargo da agência regular as boas práticas de uso do petróleo, gás natural dos biocombustíveis (Brasil, 1997).

A Agência Nacional de Energia Elétrica, através da Lei nº 9.991/2000, que dispõe sobre a realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. Determinou que as concessionárias de energia elétrica a investissem 0,5% da sua receita líquida anual em programas de eficiência energética (Brasil, 1997). Schons e Gadelha (2018) ao analisar a implementação desta lei, observa que apesar dos investimentos ocorrerem, é possível notar a falta de direcionamento dos investimentos. Tendo em vista que a classe de consumidores de energia é ampla, é visualizando que os investimentos se concentram apenas na faixa de baixa renda. O autor ainda destaca que os principais tipos de projetos adotados são os de conscientização do uso de energia elétrica, troca de eletrodomésticos e lâmpadas com baixo consumo.

A Lei nº 10.295 de 17 de outubro de 2001, conhecida como a Lei da Eficiência Energética, é o principal marco regulatório de EE no país. Essa lei dá ao poder executivo a responsabilidade de desenvolver mecanismos que promovam a eficiência energética, ainda estabelecendo que este deve após um ano de sua publicação estabelecer um programa de metas que obrigue os fabricantes de equipamentos a

adotarem níveis máximos de consumo e mínimos de EE, a depender de cada tipo de equipamento. (Brasil, 2001)

Altoé *et al* (2017), destacam que nos anos seguintes ocorreram diversos avanços para promoção de práticas de EE. No PBE foram implementadas certificações para edifícios comerciais, públicos e de serviços em 2009, e para edifícios residências em 2010, ficando estes sobre responsabilidade do PROCEL. Na área das energias renováveis foi instituído um sistema de compensação de energia elétrica no Brasil, através da Resolução ANEEL nº 482/2012, posteriormente alterada para Resolução nº 482/2021. Tais resoluções deram a possibilidade de que unidades consumidoras com micro ou minigeração distribuída, gerassem créditos quando a produção fosse superior ao consumo, no período de um mês.

2.5.2 Eficiência Energética em Edificações: Otimização e Sustentabilidade

Nas edificações, especialmente em prédios públicos e comerciais a EE se revela como um caminho promissor para redução dos custos dos operacionais. Estes edifícios são grandes consumidores de eletricidade, representando cerca de 51,2% do consumo elétrico no Brasil, segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2023). Os estudos de Ma *et al.* (2017) e Maciel *et al.* (2021) indicam que essas edificações são passíveis de uma melhoria substancial do seu desempenho energético, uma vez, que os sistemas de refrigeração e iluminação representam um significativo consumo de energia e são passíveis de melhorias do ponto de vista da EE.

Em estudos sobre eficiência, Ma *et al.* (2007) focaram sua análise em diferentes tipos de edificações públicas do norte da China, e concluíram que os sistemas de climatização, iluminação e desempenho isolante da estrutura são os principais fatores que influenciam o consumo de energia. Em complemento a essa perspectiva, Jing *et al.* (2017) destacam a necessidade de se equipar as edificações com aparelhos mais modernos e eficientes, e implementar melhorias na iluminação e no isolamento térmico dessas edificações, vindo a contribuir para redução do consumo de energia. Além disso, os autores destacam que a implementação de sistemas de automação, que otimizam tanto a refrigeração quanto a iluminação, podem vir a potencializar os ganhos desse desempenho energético.

Ma *et al.* (2007) também observaram que edifícios mais antigos tendem a ser menos eficientes, devido aos materiais utilizados, designs menos eficientes e ao uso de equipamentos obsoletos. Para Bavaresco *et al.* (2020) as características físicas dos imóveis, como sua forma e os materiais utilizados, têm um impacto direto nas trocas de calor com o ambiente externo, sendo uma questão especialmente relevante no contexto brasileiro composto de uma ampla variedade climática.

Assim, no desenvolvimento de projetos de edificações devem ser levadas em consideração características que priorizem o conforto ambiental e a eficiência energética, o uso da iluminação e ventilação natural, podem contribuir na melhoria da eficiência energética de forma passiva, pois quando são aproveitadas a iluminação e a ventilação natural, reduz-se a dependência de sistemas artificiais de iluminação e climatização, melhorando assim o desempenho energético (Bavaresco *et al.*, 2020).

Valle *et al.* (2021) destacaram a implementação de tecnologias de iluminação LED e parques solares fotovoltaicos em edifícios de escritórios. A pesquisa de Valle *et al.* (2021) demonstra que a substituição de sistemas de iluminação convencionais por tecnologias LED, juntamente com a integração de parques solares fotovoltaicos, podem resultar em uma redução no consumo de energia. Este estudo evidencia não apenas a viabilidade, mas também os benefícios ambientais de tais intervenções, contribuindo para um futuro mais sustentável no setor de construção civil.

2.6 A GESTÃO ENERGÉTICA À LUZ DA NBR ISO 50001: SISTEMA DE GESTÃO DA ENERGIA- REQUISITOS COM ORIENTAÇÕES DE USO

A dependência global por fontes energéticas tem promovido um crescente aumento no uso de fontes derivadas de combustíveis fósseis, o que tem resultado em significativos impactos ambientais. Isso direciona à necessidade de explorar fontes alternativas de energia, implementar práticas de gestão empresarial que garantam os interesses das organizações, ao mesmo tempo promovendo a sua responsabilidade social. Em tal contexto, a NBR ISO 50001 pode contribuir de forma indireta para a proteção ambiental, pois tem o objetivo de redução e otimização dos custos de energia em todas as fases operacionais das organizações. Assim ao reduzir o consumo final de energia, a norma promove de forma indireta a redução dos gases de efeito estufa e a extração de recursos naturais, gerando efeitos positivos para o meio ambiente. (Bassani; Osorio, 2017).

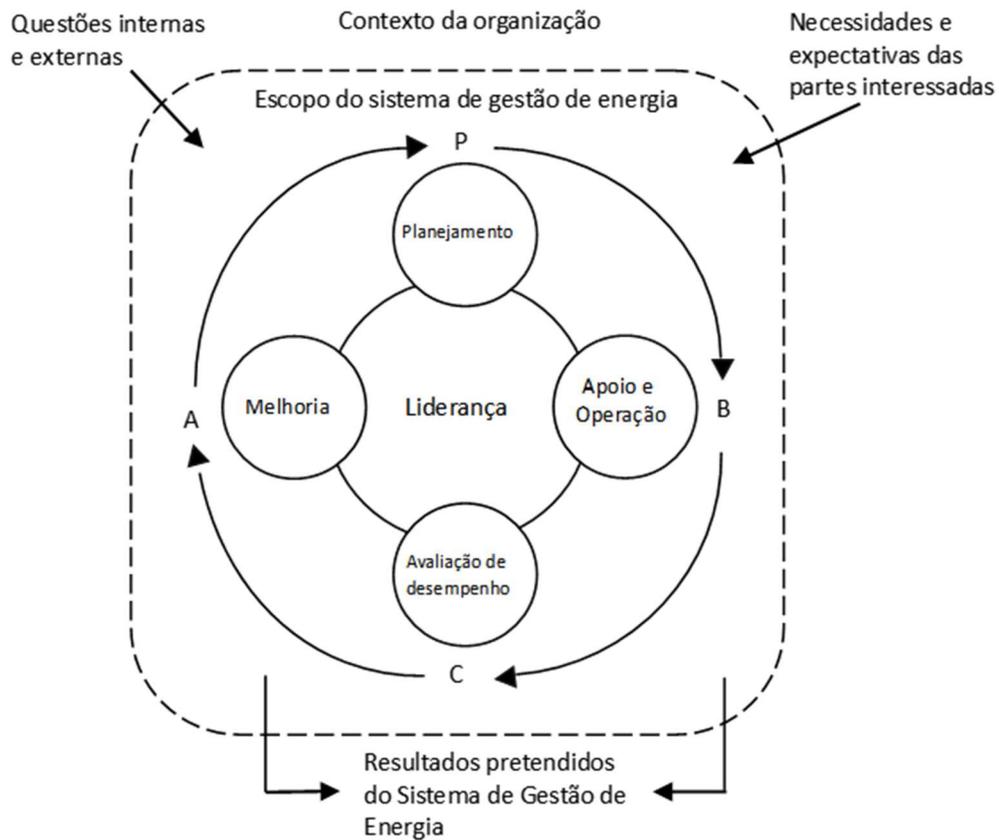
Essa norma tem o propósito de permitir a implantação e a implementação de um sistema de Gestão de Energia (SGE) em qualquer tipo de organização, através da criação de sistemas processos de melhoria contínua do seu desempenho energético, incluindo a eficiência energética de uso e consumo final. (Viana; Freitas; Tosta, 2017) Esse conceito de desempenho energético está relacionado à capacidade de uma organização de gerenciar o consumo e uso da energia, promovendo a sua eficiência energética. Esse desempenho pode ser avaliado por meio de indicadores de desempenho energético (IDE), que permitem comparações ao longo do tempo, indicando uma melhora ou declínio no desempenho energético da organização. (ABNT, 2018).

Assim como outras normas da ISO, o sistema de gestão de melhoria contínua proposto pela norma NBR ISO 50001 adota o ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA), (Figura 7) que traduzindo para o idioma português, significa planejar-fazer-quebrar-agir. Os passos que integram o PDCA são suficientes para proporcionar o entendimento e a estruturação de um sistema SGE a qualquer tipo de organização (ABCOBRE, 2021). A norma (ABNT, 2018) descreve cada fase do ciclo PDCA da seguinte forma:

- **Planejamento (Plan):** Esta fase, consiste em compreender o contexto da organização e estabelecer os seus objetivos e as suas metas energéticas. Para isso, é preciso identificar os usos significativos de energia (USE), definir a equipe de gestão da energia, definir os indicadores de desempenho energético (IDE), a(s) linha(s) de base energética(s) e desenvolver um plano de ações para atingir a meta estabelecida pela organização;
- **Implementação (DO):** Consiste na implementação das ações descritas na etapa de planejamento. Podendo ser incluído ações de controle de operação e manutenção, comunicação, definição das competências, além de poder ser considerado o desempenho energético no projeto e aquisição;
- **Verificação (Check):** Nesta fase, a organização deve monitorar, medir, analisar, avaliar, auditar e realizar análise(s) crítica(s) do seu desempenho energético, a fim de identificar não conformidades, e possíveis fatores que venham afetar o desempenho energético da organização;
- **Ação (Act):** Nesta etapa a organização deve adotar ações para superar as não conformidades e os fatores afetam o desempenho energético. Isso pode incluir a adoção de medidas corretivas e preventivas, a implementação de melhorias ao

processo, a atualização dos procedimentos de controle, além da atualização do plano de ação e da revisão de suas políticas energéticas

Figura 7: Ciclo PDCA da NBR ISO 50001



Fonte: NBR ISO 50001 (ABNT, 2018, p. 24)

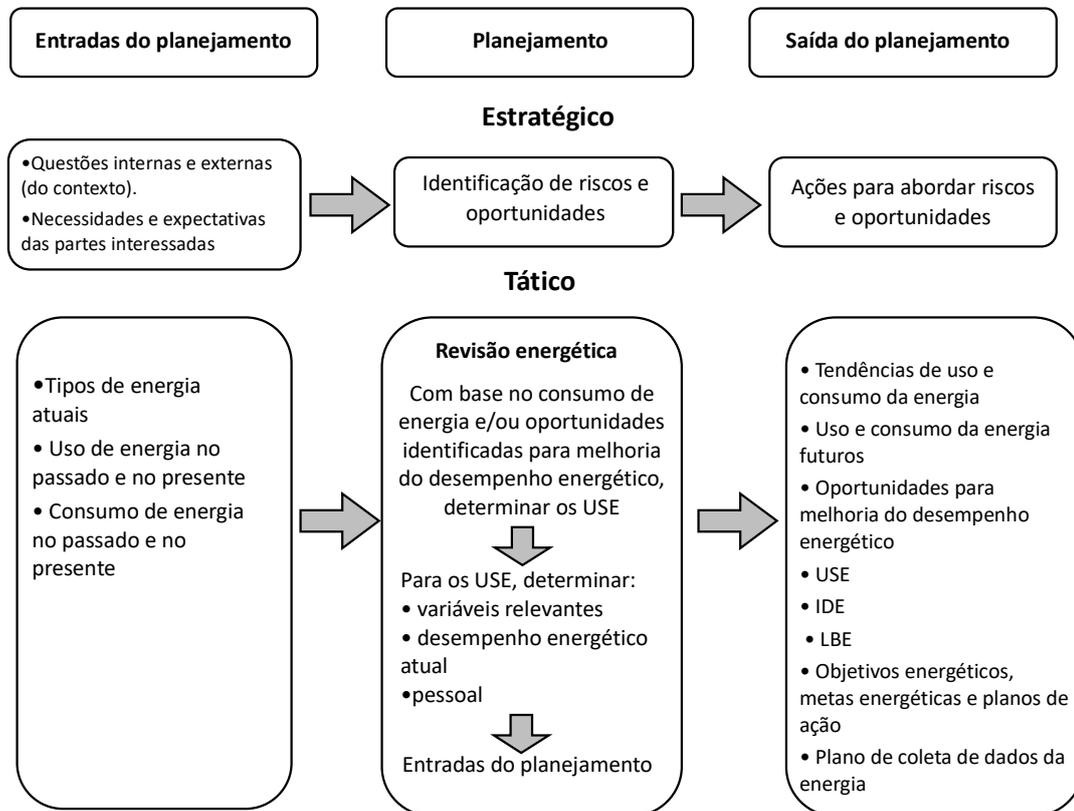
2.6.1 Processo de planejamento energético

A fase de planejamento é essencial para obtenção de êxito na implantação de um SGE, pois é onde são definidos os objetivos, metas e planos de ação. Para Viana et al. (2017), para que seja alcançado o êxito na implantação de um SGE é importante a realização de um planejamento energético que seja adequado as peculiaridades de cada tipo de organização e não apenas uma adaptação de um padrão pré-estabelecido.

A NBR ISO 50001 (ABNT, 2018, p. 24) fornece um diagrama conceitual para o melhor entendimento do processo de planejamento para implantação de um SGE. No entanto, a norma destaca que o diagrama não representa os detalhes de uma

organização específica e que detalhes específicos devem ser acrescentados para circunstâncias particulares. A Figura 8 apresenta o diagrama mencionado nessa NBR:

Figura 8: Processo de planejamento da NBR ISO 50001



Fonte: Adaptado NBR ISO 50001 (ABNT, 2018, p. 24)

Do ponto de vista estratégico, é necessário que a organização considere todas as questões internas e externas pertinentes ao seu propósito e que afetam a sua capacidade de alcançar os resultados pretendido de seu SGE, bem como as necessidades e expectativas das partes interessadas, para estabelecer uma estratégia em sua tomada de decisão. Identificar os riscos e oportunidades no planejamento para implantação do SGE, faz com que a organização possa antecipar potenciais cenários e consequências, de forma que efeitos indesejados possam ser tratados antes que ocorram. Similarmente, considerações ou circunstâncias favoráveis que possam oferecer potenciais vantagens ou resultados benéficos podem ser identificadas e perseguidas (ABNT, 2018).

Do ponto de vista tático, organização deve realizar uma análise minuciosa e sistemática do seu uso e do consumo de energia, através de uma revisão energética. Essa etapa, descrita na NBR 50001, consiste na análise consumos atuais e futuros

de uma organização, o que proporciona definir metas de melhoria no desempenho energético da organização curto, médio e longo prazo.

2.6.2 Revisão energética

A revisão energética é a mais importante etapa da fase de planejamento, pois é feita uma análise sistemática do uso e do consumo de energia, o que propicia uma compreensão ampla do desempenho energético da organização sendo a principal base para desenvolvimento de um SGE. (Viana; Freitas; Tosta, 2017). Para Cusa (2018) se devidamente implementada, essa etapa constitui-se um importante suporte para tomada de decisão dentro da organização no que desrespeito a melhora no uso da energia, das práticas de operação e manutenção e a renovação ou substituição dos equipamentos existentes.

Inicialmente, para que seja dado início ao processo de revisão energética é necessário identificar quais tipos de recursos energéticos são utilizados pela organização e posteriormente avaliar os seus usos e consumos atuais e passados. Isso permite que sejam realizadas análises mais precisas para cada área da organização, onde são estabelecidas as áreas de uso significativo da energia e identificadas as oportunidades de melhoria do desempenho energético (ABNT, 2018; Batlle *et al.*, 2020; Cusa, 2018).

De acordo com a NBR ISO 50001 (2018), os USE podem ser estabelecidos dependendo das necessidades da organização, como por instalação (por exemplo, armazém, fábrica, escritório), por processo ou sistema (por exemplo, iluminação, vapor, transporte, eletrólise, sistema motriz) ou equipamento (por exemplo, motor, caldeira). Uma vez identificados, o gerenciamento e o controle dos USE passam a ser uma parte integral do SGE. (ABNT, 2018, p. 25).

A partir das constatações obtidas pela análise dos USE, é necessário identificar as prioridades para ações de melhoria do desempenho energético. Uma vez identificadas, deve-se classificá-las de acordo com o seu potencial de economia de energia e impacto no desempenho energético da organização (ABNT, 2018). Isso permite que o profissional responsável possa priorizar as ações de maior impacto e realize uma gestão eficientes dos recursos disponíveis para melhoria do desempenho energético.

Por fim, devem ser estimadas as necessidades futuras de energia, de modo que devem ser considerados os fatores que vão desde o seu crescimento, inserção de novas tecnologias, aumento da escala de produção e possíveis mudanças em seus processos. Com isso, é possível gerir suas demandas energéticas, de modo que a longo prazo possa planejar e manter o seu compromisso quanto à energia eficiente na organização. Além disso, é possível definir metas de redução do consumo de energia e o desenvolver estratégias para atender tais metas, contribuindo para uma gestão responsável para com os recursos energéticos (ABNT, 2018).

2.6.3 Quantificação do desempenho energético: Indicadores de desempenho energético e Linha base energética

A norma ABNT NBR ISO 50006:2016 define um indicador de desempenho energético (IDE) como sendo um valor ou uma medida quantitativa de desempenho energético definido pela organização, onde podem ser expressos como uma simples métrica, razão ou um modelo mais complexo. Esses indicadores devem ser capazes de disponibilizar informações suficientes para permitir que os usuários da organização compreendam o seu desempenho energético e adotem medidas para melhorá-lo (ABNT, 2016).

Para Cusa (2018) a identificação desses indicadores é de extrema importância dentro de um SGE, pois possibilitam verificar o desempenho energético da organização, bem como a sua melhoria, comparando seus valores atuais com os valores iniciais da linha de base, constituindo-se como primeiro passo para o gerenciamento efetivo da energia na organização.

Para Saidel, Favato e Morales (2005) , esses indicadores dividem-se em duas categorias, os indicadores descritivos, quando caracterizam a eficiência energética sem procurar justificativas para as causas ou desvios, e os indicadores explicativos, que ajudam a explicar efeitos sejam eles tecnológicos estruturais ou de comportamento nas variações da sem ciência energética. Esses indicadores podem ser estabelecidos levando em consideração critérios econômicos, quando não é possível caracterizar a atividade com indicadores técnicos e físicos, e critérios técnico-económico, quando relacionam o consumo com um indicador de atividade medido em unidades físicas, como número de ocupantes toneladas etc.

Ao utilizar um indicador energético do tipo explicativo, utilizando o critério técnico- econômico, consegue-se identificar as contribuições dos diversos fatores que influenciam o consumo energético na organização, o que possibilita a implementação de medidas para implementação de medidas para aprimorar a eficiência energética na organização. Saidel, Favato e Morales (2005), em seu trabalho apresentam os principais IDE que podem ser utilizados em instituições de ensino, o quadro a seguir traz uma síntese dos indicadores apresentados pelos autores:

Quadro 5 – Principais IDE utilizados em Instituições de Ensino

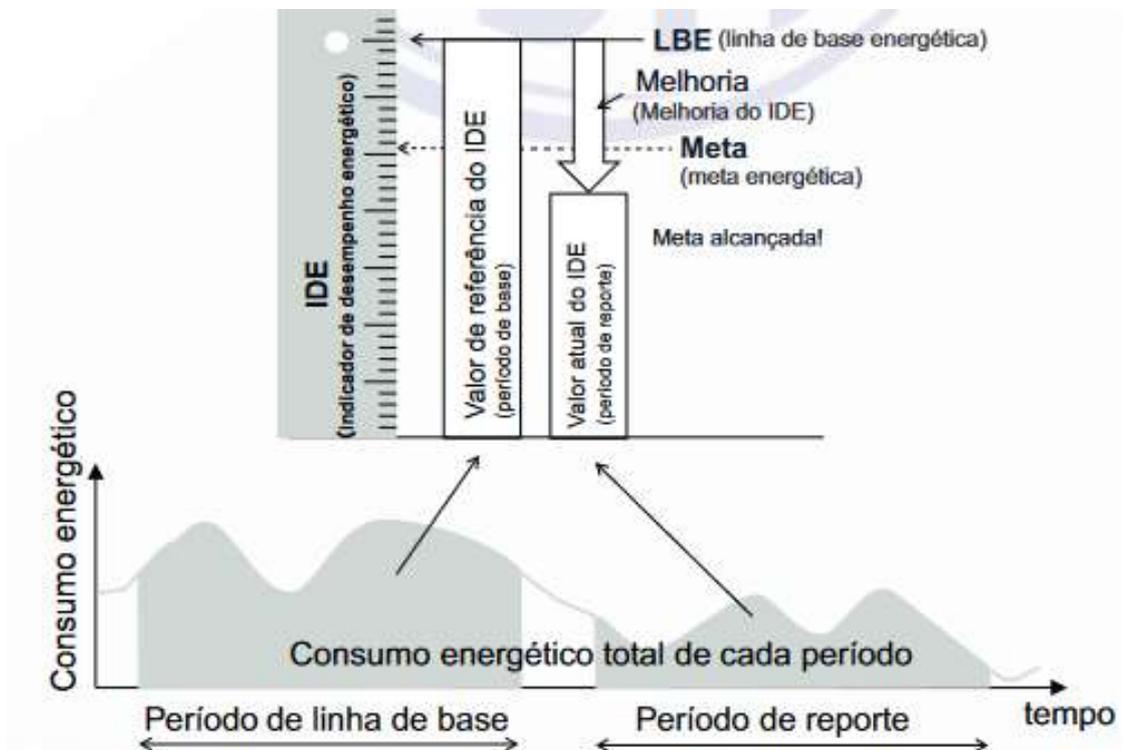
INDICADOR	VARIÁVEIS DO INDICADOR
Índice Percentual de Consumo no Período de Faturamento Reservado (PCR)	Energia no período reservado (KWh) / Energia total de instalação (KWh)
Índice Percentual de Consumo Total (PCT)	Energia ativa da unidade (KWh) / Energia total da instituição (KWh)
Índice de Consumo Médio Mensal por m ² (CMM)	Energia média mensal (KWh) / Área construída (m ²)
Índice de Consumo Médio Mensal por Alunos (CMA)	Custo de energia (R\$) / N° de Alunos
Índice de Demanda Máxima Mensal por m ²	Demanda máxima mensal (KW) / Área construída (m ²)
Índice de Demanda Máxima Mensal por Alunos	Demanda máxima mensal (KW) / N° de Alunos

Fonte: Elaborado pelo Autor baseado em Saidel, Favato e Morales (2005)

Essa linha de base energética (LBE) é uma referência estabelecida pela organização para representar o desempenho energético atual e acompanhá-lo em um período pré-estabelecido. A LBE é “também utilizada para cálculo da economia de energia, como uma referência antes e depois da implementação de ações de melhoria de desempenho energético”. (ABNT, 2016, p. 2). De acordo com Batlle (2015) as LBE são estabelecidas se utilizando das informações da revisão energética inicial e devem considerar um período adequado para a coleta dos dados referentes ao uso e consumo de energia da organização.

A NBR ISO 50006:2016 ressalta que para realizarmos um comparativo do desempenho energético é necessário se ter as mesmas condições de outras variáveis que a influenciam, a norma traz como exemplo o clima, que pode mudar durante o ano limitando o período da linha base. A Figura 9, constante na NBR 50006, representa um caso em que a medição direta do consumo foi utilizada como IDE e o desempenho energético é comparado entre o período de base e o período de reporte, que no caso é verificado uma melhora no IDE da organização:

Figura 9: Exemplo ilustrativo da LBE e IDE



Fonte: Adaptado NBR ISO 50001 (ABNT, 2018, p. 24)

3. METODOLOGIA

Esse estudo está inserido no contexto das Instituições Públicas de Ensino Superior (IFES), foca especificamente na Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Selecionou-se o Setor 2 de distribuição elétrica para análise, pois este inclui a maior parte dos laboratórios de informática e salas de aula, além de alguns setores administrativos e uma parte da iluminação externa. A escolha desse setor é justificada por possuir a maior carga instalada e por apresentar características construtivas similares a outros setores da UAST, no que diz respeito às características arquitetônicas e aos padrões elétricos. Esses fatores indicam que os resultados obtidos poderão facilitar a expansão das ações de eficiência energética para outras localidades da Unidade.

3.1 ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO E GESTÃO DE POLÍTICAS ENERGÉTICAS E LIDERANÇA ORGANIZACIONAL NA UFRPE

Esta seção do trabalho se concentrou em analisar as medidas implementadas ou proposta pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) para otimizar o consumo de energia dentro da instituição. Esse estudo envolveu uma avaliação do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) e dos Planos de Gestão de Logística Sustentável (PLS) dos períodos de 2018-2019, 2020-2021 e 2022-2023, bem como dos relatórios de acompanhamento desses respectivos planos. Para isso, foi realizada uma pesquisa documental, que, segundo Gil (2008), baseia-se na análise de documentos que não foram elaborados para pesquisas, mas contêm informações relevantes. Esse método utiliza uma variedade de documentos, como registros e comunicações, sendo fundamental nas ciências sociais e em áreas como História e Economia.

O objetivo principal de tais análises foi verificar as estratégias e iniciativas de eficiência energética adotadas pela UFRPE, explorando como a universidade planejou e executou essas medidas para uma gestão energética responsável e sustentável. A análise incluiu a revisão de políticas e projetos específicos, avaliando sua evolução e impactos na sustentabilidade energética da universidade, bem como na sua responsabilidade socioambiental.

3.2 AVALIAÇÃO E APRIMORAMENTO DA POLÍTICA ENERGÉTICA DA UFRPE EM CONFORMIDADE COM A NBR ISO 50001

Esta seção objetivou avaliar se as políticas energéticas implementadas pela UFRPE estavam em conformidade com os requisitos de liderança, responsabilidade e comprometimento organizacional estabelecidos pela NBR ISO 50001. Com esse propósito, foi realizada uma pesquisa documental, confrontando esses requisitos da norma com os aspectos dos Planos de Logística Sustentável (PLS) e do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) da UFRPE.

A análise envolveu uma investigação das estruturas e processos existentes na UFRPE, focando no alinhamento das diretrizes institucionais com os requisitos da norma e explorando estratégias para que a instituição possa superar tais dificuldades para efetiva implementação de um Sistema de Gestão de Energia (SGE).

3.3 PLANEJAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SGE NA UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA: UMA ANÁLISE DO SETOR 2

Para planejar a implantação de um Sistema de gestão Energética na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, especificamente no Setor Elétrico 2, iniciou-se pela definição da fronteira do sistema, conforme recomendado pela NBR ISO 50001.

3.3.1 Definição da Fronteira do SGE

A NBR ISO 50001 define “fronteira” como os limites físicos e operacionais dentro dos quais o Sistema de Gestão de Energia (SGE) é aplicado. A NBR define as fronteiras do SGE como sendo as áreas geográficas, as instalações, os equipamentos e os processos que estão sob a influência direta do sistema implementado. Neste contexto, se estabeleceu a fronteira do SGE, o Setor 2 de distribuição elétrica da UAST, que incluiu os Blocos 1, 2, 3, o prédio do Programa de Mestrado Acadêmico em Produção Vegetal (PGPV) e parte da iluminação externa da Unidade.

3.3.2 Levantamento da Infraestrutura elétrica da UAST

Foram solicitados ao Núcleo de Engenharia e Meio Ambiente (NEMAM) documentos que auxiliaram o entendimento da infraestrutura elétrica da Unidade, tais

como projetos, relatórios, entre outros documentos pertinentes a pesquisa. Com isso foi possível mapear os circuitos principais de média tensão e o circuitos pertencentes ao setor dois de distribuição elétrica. O objetivo dessa etapa foi compreender a alimentação elétrica de cada local do setor, permitindo identificar os pontos para a coleta de dados e, simultaneamente, avaliar as possibilidades de melhoria no desempenho energético.

Para elaborar o fluxograma dos setores de distribuição elétrica da UAST, foi utilizada a ferramenta *bpmn-js*. Essa ferramenta está disponível on-line de forma gratuita e é conhecida pelo seu fácil manuseio. Apesar de ser projetada para criação de diagramas BMPN, a ferramenta demonstrou ser eficaz para execução desta tarefa específica, graças à sua versatilidade e sua simplicidade no uso.

3.3.3 Levantamentos dos equipamentos elétricos

Para propor soluções para a redução do consumo na Unidade, foi necessária a realização de um levantamento dos equipamentos, incluindo iluminação que fazem parte da amostra. Foram coletados os seguintes dados: potência do equipamento, marca, património e modelo. No caso de aparelhos de ar-condicionado, foram registrados o seu tipo e a sua capacidade frigorífera.

Para dar celeridade ao processo foi solicitado à Seção de Almoxarifado e Patrimônio da UAST e à Seção de Engenharia e Manutenção da UAST (SEMAN) os dados referentes a marca, modelo, património, e localização de cada equipamento elétrico que fez parte da amostra estudada. Em posse desses dados, foi realizada uma visita de campo, para atualizar a lista, modificando e completando os dados ainda ausentes ou não relatado nos documentos disponibilizados pelas seções citadas. Na coleta dos dados de potência dos equipamentos, caso o aparelho não possuísse a etiquetagem com esses dados, foi coletada a informação no manual técnico do fabricante.

Os dados obtidos nesta etapa foram tratados pelo software Excel e incluídos nos apêndices deste estudo, sendo divididos nas seguintes categorias: Aparelhos climatização, computadores, equipamentos dos laboratórios do Mestrado em Produção Vegetal, iluminação externa e outros usos. Esse formato foi adotado para facilitar a análise dos dados e o desenvolvimento de estratégias de redução de consumo.

Quanto à iluminação, os dados referentes à localização das luminárias, potências e referência dos dispositivos foram fornecidos pela Seção de Engenharia e Manutenção da UAST. Os levantamentos foram feitos em outubro de 2023, e estão disponíveis nos Anexo A, B, C, D e E.

3.2.4 Levantamento do funcionamento dos setores da UAST

A NBR ISO 50002:2014, detalha que é necessário incluir no diagnóstico energético uma descrição detalhada dos usos da energia dentro do escopo definido, incluindo as variáveis relevantes e como a organização acredita que elas influenciam no desempenho energético. (ABNT, 2014).

Nesta etapa, foram coletados os seguintes dados: os horários de funcionamento de cada setor administrativo, os horários das aulas presenciais, o histórico de uso dos laboratórios, a dinâmica relativa ao consumo da energia elétrica e a utilização dos equipamentos. Para obtenção das informações referentes ao funcionamento dos setores, o horário das aulas e o histórico do uso dos laboratórios, foi consultado cada setor administrativo e acadêmico responsável.

Em relação à dinâmica do consumo de energia elétrica e à utilização dos equipamentos, foram realizadas entrevistas não estruturadas com os responsáveis de cada setor, o apêndice Q apresenta as principais questões levantadas na entrevista. Entretanto, nesse tipo de entrevista, o entrevistador não dispõe de um conjunto de perguntas previamente estabelecidas. Ele terá em mente os seus objetivos e após dar início com uma pergunta que direciona o tema é estabelecido uma conversação informal que permite obtenção de respostas significativas. No entanto, o entrevistador deve se atentar à manutenção do foco nos tópicos pertinentes à pesquisa (Gil, 2021).

3.4 ANÁLISE DO USO DE ENERGIA DO SETOR 2 DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NA UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA - UAST

Nesta seção, foi analisado o uso da energia em todo o Setor 2 de distribuição elétrica da UAST. Os dados coletados foram organizados e analisados de forma quantitativa no software Excel, evidenciando a potência demandada em cada local do setor, com agrupamentos por tipo de uso. Paralelamente, uma avaliação qualitativa

identificou fatores adversos ao desempenho energético, como mal uso de equipamentos, equipamentos de baixa eficiência, entre outros fatores.

A análise foi realizada considerando as categorias específicas, sendo elas: equipamentos de refrigeração, iluminação, iluminação externa, equipamentos dos laboratórios do PGPV, e computadores. Essa classificação permitiu uma visão mais clara da influência de cada tipo de equipamento no consumo total do setor, facilitando a identificação de oportunidades de melhora do desempenho energético.

3.4.1 Uso de equipamentos de refrigeração

O inventário dos equipamentos de refrigeração, previamente elaborado, e documentados nos apêndices A, B, C D, foram consolidados em uma planilha com as quantidades de cada modelo, permitindo uma análise dos equipamentos como um conjunto unificado. Isso possibilitou que existisse uma comparação direta entre os padrões de eficiência energética passados e atuais, destacando-se assim as oportunidades de melhoria no desempenho energético. Para realizar essa análise comparativa, utilizou-se como referência os critérios estabelecidos pelo PROCEL para classificação de aparelhos de ar-condicionado.

Além disso, em consonância com a NBR ISO 50001, foram identificadas práticas operacionais específicas no uso desses aparelhos que influenciam no consumo de energia elétrica, de modo que fosse destacando como a gestão comportamental pode influenciar o desempenho energético dos sistemas de refrigeração.

3.4.2 Iluminação Interna e Externa

A Universidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) foi contemplada por um projeto de eficiência energética promovido pela concessionária local de energia elétrica, o que resultou na substituição de todas as lâmpadas fluorescentes dos ambientes internos por lâmpadas com tecnologia LED, reconhecidas atualmente por sua longevidade e maior eficiência energética. Assim, foram analisados outros aspectos relacionados ao uso da iluminação, como a insuficiência de iluminação natural devido a escolhas arquitetônicas, o uso ineficiente da iluminação, como luzes

acesas desnecessariamente, e materiais de construção que absorvem luz, aumentando a necessidade de iluminação artificial.

3.4.3 Equipamentos dos laboratórios da Pós-graduação em Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

Para verificação do uso dos equipamentos de laboratório do PGPV, iniciou-se identificando quais eram os principais equipamentos do setor analisado. Esses dados foram organizados em uma planilha do Excel. Em seguida, realizou-se uma entrevista não estruturada com o técnico de laboratório.

Inicialmente, foi informado ao responsável o objetivo da entrevista, sendo solicitado verbalmente seu consentimento em participar da mesma. Primeiramente, foi pedido que o responsável descrevesse as principais atividades desenvolvidas no laboratório e, dentro dessas principais atividades, destacasse quais eram os equipamentos mais utilizados, descrevendo brevemente a função de cada um.

Em um segundo momento, em posse da lista dos equipamentos, foram solicitadas informações sobre a frequência de uso de cada um desses equipamentos, a fim de identificar quais eram usados mais intensamente em certos períodos do dia ou da semana, ou os que eram ligados continuamente. Por fim, foi pedido que o técnico opinasse sobre o que poderia ser feito para diminuir o consumo dos laboratórios.

Essa etapa teve o objetivo de entender a frequência de uso dos equipamentos e avaliar quais desses equipamentos poderiam ter suas rotinas talvez alteradas para a redução do consumo de energia. Essa abordagem possibilitou um entendimento do perfil de consumo, focando estratégias para os equipamentos que exercem o maior impacto na demanda de energia de acordo com a forma como são utilizados.

3.5 ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ENERGIA DO SETOR 2 DE DISTRIBUIÇÃO DA UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA-UAST

Para se estimar o consumo de energia, foi preciso classificar os equipamentos em duas categorias: aqueles com potência constante e os com a potência variável. Os equipamentos de potência constante possuem o consumo de energia

relativamente uniforme durante o seu uso, enquanto os de potência variável têm seu consumo de energia alterado conforme as condições de operação e demanda.

Os equipamentos de potência constante, como luminárias e eletrônicos, tiveram seu consumo calculado através do produto da sua em watts pelo tempo em horas, e o resultado dividido por 1000, obtendo-se o resultado em KWh, conforme calculado no Apêndice I. Para equipamentos de potência variável, o consumo foi obtido através de estimativas de consumo médio por unidade de tempo, conforme o Apêndice J. O consumo total foi calculado em KWH por ano, considerando o tempo estimado de funcionamento de cada equipamento, conforme apresentado no Apêndice L.

Os dados de consumo estimados foram tratados no Excel e organizados de acordo com cada tipo de uso e edificação, visando facilitar as devidas análises. Assim, foram incluídas as seguintes categorias: iluminação, refrigeração, computadores, outros usos e Equipamentos dos laboratórios do PGPV. Ao longo da apresentação de cada categoria, foram expostas as variáveis que influenciavam o consumo energético.

3.6 DETERMINAÇÃO DOS USOS SIGNIFICATIVOS DE ENERGIA (USE)

A determinação dos usos significativos de energia (USE), seguiu as recomendações estabelecidos na NBR ISO 50001 (ABNT, 2008), que orienta que sejam definidos os equipamentos os processos que consomem uma quantidade significativa de energia e têm um alto potencial de melhoria no desempenho energético.

3.7 PLANOS DE AÇÃO E OPORTUNIDADES PARA MELHORIA DO DESEMPENHO ENERGÉTICO

Após um levantamento da infraestrutura, do uso da energia e do consumo no Setor 2 de distribuição elétrica da UAST, identificaram-se oportunidades para melhoria da eficiência e sustentabilidade energética. Com base nessas informações, foi elaborado um plano de ação estruturado utilizando a metodologia 5W2H.

Para Cecilio *et al*, a ferramenta 5W2H, que se baseia em sete perguntas (O que será feito?, Por que será feito?, Onde será feito?, Quando será feito?, Quem fará?, Como será feito?, Quanto custará?), apresenta-se como um método simples e prático

que facilita o planejamento sem exigir uma equipe técnica especializada. Esta ferramenta organiza o pensamento de maneira estruturada, permitindo um mapeamento claro das atividades, definindo o que será feito, por quem, quando, onde e por quê.

Com base nesse método, o plano de ação foi elaborado da seguinte forma:

- **What (O quê?):** Foi definido as ações a serem adotadas para a melhoria do desempenho energético.
- **Why (Por quê?):** Justificou-se a necessidade das ações a serem adotadas;
- **Where (Onde?):** Especificou-se o local onde a ação seria realizada, neste caso, no Setor 2 de distribuição elétrica da UAST;
- **When (Quando?):** Estabeleceu-se os prazos para a implementação das ações;
- **Who (Quem?):** Foram designados os setores ou equipes responsáveis pela execução de cada ação de melhoria;
- **How (Como?):** Detalhou-se como as ações seriam realizadas, incluindo métodos e procedimentos;
- **How much (Quanto custa?):** Descreveram-se os custos associados à implementação das ações e os recursos necessários;

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 A IMPLEMENTAÇÃO E GESTÃO DE POLÍTICAS ENERGÉTICAS E LIDERANÇA ORGANIZACIONAL NA UFRPE

O Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) constitui-se como um instrumento de planejamento e gestão estratégica em Instituições de Ensino Superior. Esse documento delinea as diretrizes pedagógicas, científicas, tecnológicas e administrativas que orientam as ações da instituição no período da sua vigência. O seu desenvolvimento é conduzido em consonância com a missão, visão, valores e metas da instituição, refletindo seus compromissos com a qualidade educacional, a pesquisa, a extensão, a inovação e a responsabilidade social (UFRPE, 2021).

Na UFRPE, o PDI em sua versão mais atual, referente ao período de 2021 a 2030, trouxe de forma mais consolidada o tema da Responsabilidade Socioambiental, com uma maior objetividade e desdobramentos em metas e indicadores específicos, seguindo as diretrizes presentes na Agenda 2030 (UFRPE, 2021), comprometendo-se em adotar práticas em conformidade com a norma ISO 26001, que incluem a prevenção da poluição, uso sustentável de recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, proteção do meio ambiente e da biodiversidade, além da restauração de habitats naturais.

No intuito de promover a responsabilidade socioambiental na Instituição, a UFRPE estabeleceu metas com horizontes de médio e longo prazo, organizadas em objetivos temáticos. Dentre os objetivos listados no PDI relativos à Responsabilidade Socioambiental dentro da instituição, o objetivo 93 do PDI visa promover a eficiência energética e incremento de novas fontes de energias alternativas no âmbito da Instituição, conforme apresentado no quadro seguir:

Quadro 6 – Objetivo 93 do PDI 2021/2030 da UFRPE

EIXO				
Processos Internos				
TEMA				
Energia Limpa e Acessível				
OBJETIVO 93				
Promover a eficiência energética e incremento de novas fontes de energias alternativas na UFRPE				
META 2021	META 2022	META 2023	META 2024	META 2025
I - Instituir Grupo de Trabalho para Eficiência Energética na UFRPE	II - Realizar diagnóstico do cenário de consumo energético da UFRPE	III - Elaborar Plano de eficiência energética e novas alternativas de energia da UFRPE.	V - Executar e monitorar 100% das metas previstas no Plano de eficiência energética e novas alternativas de energia da UFRPE para 2024	V - Executar e monitorar as metas previstas no Plano de eficiência energética e novas alternativas de energia da UFRPE para 2025
	IV - Realizar 02 campanhas de conscientização sobre o uso racional da energia elétrica	IV - Realizar 02 campanhas de conscientização sobre o uso racional da energia elétrica	IV - Realizar 02 campanhas de conscientização sobre o uso racional da energia elétrica	IV - Realizar 02 campanhas de conscientização sobre o uso racional da energia elétrica
INDICADORES				
I - Grupo de Trabalho Instituído				
II - Diagnóstico realizado				
III - Plano de eficiência energética e novas alternativas de energia elaborado.				

IV - Número de Campanhas de Conscientização divulgadas por ano
V - Total de metas monitoradas/total de metas elaboradas
UNIDADES RESPONSÁVEIS
DELOGS / NEMAM / ASCOM / PROPLAN

Fonte: UFRPE (2021)

A Pró-Reitora de Planejamento e Gestão Estratégica (PROPLAN) da UFRPE, disponibiliza o acesso a um painel para o monitoramento da execução do PDI da Universidade. Ao verificar as metas estabelecidas no objetivo 93, constatou-se que as metas estabelecidas para os anos de 2021 a 2023, não foram alcançadas. O portal enfatiza que essa lacuna no cumprimento das metas é resultado da carência de profissionais no quadro técnico responsável pela implementação dessas diretrizes. Portanto, torna-se necessário revisar e otimizar as estratégias de implementação das metas, com o objetivo de superar essas dificuldades e o cumprimento desses objetivos.

PDI também orienta a formulação do Plano de Gestão de Logística Sustentável (PLS). As análises dos PLS de 2018-2019, 2020-2021 e 2022-2023 mostram um aprimoramento contínuo nas ações da UFRPE para cumprir as diretrizes do PDI. No que se trata de eficiência energética, o PLS 2018-2019 da UFRPE se concentrou na racionalização do uso de recursos energéticos, propondo a conscientização, a implantação de uma comissão interna de conservação de energia (CICE), o desenvolvimento de projetos de engenharia sustentáveis, além do desenvolvimento de projetos pilotos que utilizam energias alternativas

O PLS 2020-2021 traz consigo de forma mais incisiva a agenda 2030, destacando a redução do consumo de energia não apenas em termos financeiros, mas também em termos ambientais, alinhando a universidade com objetivos globais de sustentabilidade. Também alinhado com a Agenda 2030, o PLS 22-23 adotou uma abordagem mais técnica, concentrando-se na individualização dos comandos das lâmpadas, na adequação da iluminação e climatização dos ambientes e na elaboração de um catálogo para aquisições e contratações sustentáveis. Por outro lado, o PLS 20-21, trouxe menos detalhes quanto ao detalhamento das ações de eficiência energética, trazendo apenas duas ações a serem adotadas, sendo elas a

conscientização dos servidores para melhor uso de energia elétrica e o desenvolvimento de projetos de energias sustentáveis.

Quanto à concretização das metas propostas pela UFRPE nos três últimos anos, tem tido êxito na implantação de campanhas de conscientização, na aquisição de equipamentos mais eficientes, na elaboração de projetos de engenharia mais sustentáveis, revisão de contratos de demanda e na instalação de fonte de Usinas solares, sendo instaladas sendo Três no Campus Sede e uma na UAST.

As ações modernização, que incluem a individualização dos comandos das lâmpadas, a adequação da iluminação dos ambientes conforme critério luminoso técnico e o estudo de adequação da climatização dos ambientes, vem sendo implantados pontualmente no Campus Sede, principalmente nos ambientes que estão a passar por algum tipo de reforma ou intervenção. Quanto à implantação da CICE não houve implantação no âmbito da UFRPE, o que poderia ter potencializado a adoção de medidas de eficiência energética na Universidade. A adoção dessas ações na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, incluindo a individualização dos comandos de lâmpadas e a adequação da climatização, ainda não foram implementadas, principalmente devido a questões orçamentárias, o que indica uma oportunidade significativa para melhorar o desempenho energético da Unidade.

Quanto à adoção de projetos pilotos, destaca-se o projeto Ilumina Rural, implantado em 2020 no campus sede com a aquisição de 470 luminárias do tipo LED, para substituição das que utilizam lâmpadas de vapor metálico ou sódio, gerando uma economia de 50 % no consumo de energia, a troca de lâmpadas tubulares de LED (nas áreas internas) para substituição das antigas fluorescentes, sendo trocadas 10.000 unidades pela Universidade e outras 8500 em parceria com a Neoenergia Pernambuco, no âmbito do “Projeto Eficiência Energética”.

Também foi implantado o projeto *LiteCampus*, um serviço experimental da Rede Nacional de Pesquisa (RNP) para o monitoramento e gerência do consumo de energia em Campus universitários. Esse sistema, implantado no Campus Sede, garante um controle sobre onde e quando a energia está sendo gasta, permitindo a detecção de problemas e o acompanhamento de ações de eficiência energética, entretanto, na UFRPE esse sistema não vem sendo monitorado, visto que não existe corpo técnico para a apropriação e uso desses dados em ações de EE.

A adoção de ações de modernização na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, incluindo a individualização dos comandos de lâmpadas e a adequação da

climatização, ainda não foram plenamente implementadas, indicando uma oportunidade significativa para melhorar o desempenho energético da Unidade.

4.2 AVALIAÇÃO E APRIMORAMENTO DA POLÍTICA ENERGÉTICA DA UFRPE EM CONFORMIDADE COM A NBR ISO 50001

A NBR ISO 50001 estabelece o compromisso da organização quanto à liderança e o comprometimento para a melhoria contínua do seu desempenho energético e da eficácia do seu SGE, o que envolve o desenvolvimento de uma política energética e a designação de responsabilidades e autoridades dentro da organização, a fim de garantir a implementação e funcionamento efetivo de seu SGE (ABNT, 2018).

Embora a UFRPE não tenha um documento específico que delineie sua política energética, ela acaba incorporando de forma implícita em seu Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), o qual está intrinsecamente ligado às suas diretrizes estratégicas. Este compromisso alinha-se com os requisitos constantes na NBR ISO 50001 em termos de definição de responsabilidades, comprometimento e liderança. Entretanto, na UFRPE para aprimorar tal alinhamento é necessário a formalização de tal política, de modo que se adote uma abordagem mais estruturada, estabelecendo critérios e métodos necessários para assegurar a operação e o controle eficaz dos SGEs.

É importante frisar que a carência de servidores e as limitações orçamentárias vêm a dificultar a efetiva implementação dessas medidas. Para enfrentar esses desafios, a UFRPE poderia explorar parcerias com entidades externas, como projeto LiteCampus, e o ‘Projeto Eficiência Energética’ da Neonergia, buscando financiamento para implementação de projetos de eficiência energética na instituição. Outra abordagem seria a universidade utilizar seus cursos de graduação e pós-graduação para realizar pesquisas e projetos de que enriqueçam o desenvolvimento do tema dentro da instituição.

Para assegurar que os SGEs sejam estabelecidos, implementados, mantidos e continuamente aprimorados, se faz necessário que a UFRPE crie e mantenha comissões internas de conservação de energia (CICE) de forma descentralizada. Isso permitirá que as comissões possam desenvolver melhor as ações em âmbito local e ainda possam garantir o alcance das metas energéticas.

Outra questão que deve ser analisada é a possibilidade de integração do PDI da UFRPE e a norma NBR ISO 50001. O PDI prevê a implementação de um Sistema de Gestão Energética, no entanto, ele falha ao não definir um marco referencial específico ou simplesmente a metodologia que será empregada para esse fim. Neste contexto, adotar a NBR 50001 pode ser um caminho para a implementação eficaz desse sistema, pois a referida norma orientaria a instituição a adotar melhores práticas e padrões internacionais na melhoria contínua do seu desempenho energético.

4.3 PLANEJAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SGE NA UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA: UMA ANÁLISE DO SETOR 2

Esta seção visa planejar a implantação de um Gestão Energética (SGE) no Setor Elétrico 2 da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, abrangendo os Bloco 1, Bloco 2, Bloco 3, além do prédio utilizado pelo usado pelo Programa de Mestrado Acadêmico em Produção Vegetal (PGPV). Conforme a NBR 50001, definimos como fronteira os limites físicos e operacionais dos Blocos 1, 2, 3, e do PGPV, incluindo suas instalações, equipamentos e infraestruturas.

A Figura 10 apresenta a indicação das edificações mencionadas:

Figura 10: Indicação dos prédios ligados ao Setor 2 de distribuição elétrica



Fonte: Google Eath (2024)

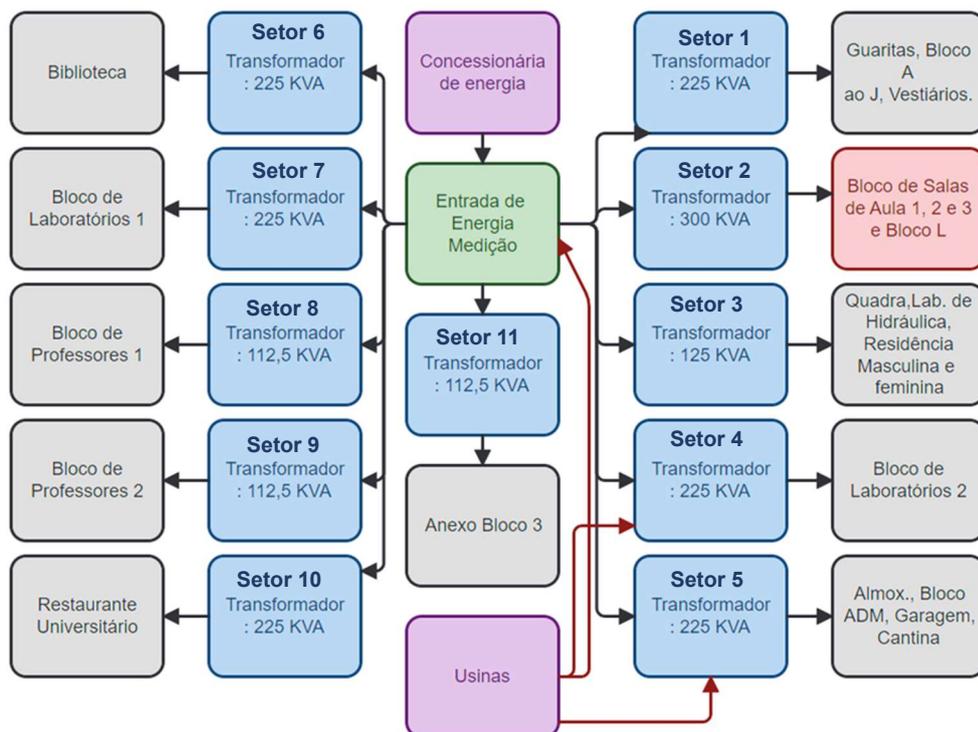
A energia elétrica que abastece a Unidade é fornecida pela concessionária Neoenergia Pernambuco. Essa energia é direcionada à casa de força, para medição e controle, sendo distribuída internamente por uma rede de propriedade da UAST, que

é responsável por toda a sua manutenção e operação. Essa rede alimenta 11 subestações, onde é transformada em baixa tensão adequando-se ao consumo interno.

Essas subestações não possuem medição individualizada, ou seja, a rede de média tensão interna da UAST possui um único medidor na entrada, conforme pode ser visualizado na Figura 11. Esta configuração permite apenas aferir o consumo total da unidade, impedindo a análise detalhada do consumo energético por edificação ou por setor específico de distribuição. Tal fato, torna-se um fator limitante no acompanhamento preciso dos consumos, bem como afeta a capacidade de gerenciar e otimizar o uso da energia dentro da unidade.

A figura a seguir apresenta um fluxograma que representa a distribuição da energia no interior da Unidade Acadêmica de Serra Talhada:

Figura 11: Esquema da distribuição de média tensão da UAST



Fonte: Autor (2024)

A esse sistema também são integradas duas usinas solares, que estão conectadas a dois transformadores específicos, que não apenas distribuem energia

para diversas edificações, mas também têm a capacidade de injetar excedentes na rede da concessionária.

Dentre os setores de distribuição elétrica da UAST, o Setor 2 destaca-se por possuir a maior carga instalada da UAST. Esse setor inclui a maioria dos laboratórios de informática, laboratórios de pesquisa, setores administrativos, salas de aula, e parte da iluminação externa. A energia elétrica destinada a esse setor é derivada da rede de média tensão interna, que alimenta um transformador de 300 KVA, o que garante o fornecimento de energia trifásica às edificações do setor.

4.4 ANÁLISE DO USO DE ENERGIA DO SETOR 2 DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NA UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA-PE

Após um levantamento de carga no setor em análise, constatou-se que a potência instalada, considerando todos os equipamentos instalados nas edificações, é de um total de 440,65 Kw. A distribuição dessa potência é feita da seguinte da forma:

Tabela 1: Distribuição de potência instalada por local analisado

LOCAL	POTÊNCIA (KW)	PERCENTUAL DO TOTAL (%)
Bloco 1 de Salas de Aula	138,31 kw	31,39%
Bloco 2 de Salas de Aula	120,82 kw	27,42%
Bloco 3 de Salas de Aula	99,69 kw	22,62%
PGPV	76,73 kw	17,41%
Iluminação Externa	5,09 kw	1,16%
TOTAL	440,65 Kw	100,00%

Fonte: Autor (2024)

Quanto ao uso, os equipamentos de climatização foram os mais representativos dentre as contribuições para a potência instalada no setor analisado, totalizando 248,07 KW, o que representa 56,30% da potência total instalada. Em seguida, destacam-se os computadores, com uma carga de 101,73 kW, disponíveis nos laboratórios de informática e nos setores administrativos, representam juntos um 16,84 % do total. Os equipamentos de laboratório, situados no prédio da pós-graduação, também apresentaram uma carga instalada considerável, representando 11,73% da carga, o que equivale a 51,67 Kw. A iluminação, abrangendo as áreas internas e externas, contribui com 24,61 kW, equivalente a 5,58% do total.

Além dessas categorias principais, a Tabela 2 mostra outras contribuições de menor representatividade, conforme detalhado a seguir:

Tabela 2: Distribuição da carga conforme o tipo do equipamento

CATEGORIA	POTÊNCIA (KW)	PERCENTUAL (%)
Climatização	248,07 kw	56,30%
Computadores	74,20 kw	16,84%
Eletrodomésticos	14,84 kw	3,37%
Impressoras	5,52 kw	1,25%
Projetores	17,85 kw	4,05%
Servidores de internet	3,90 kw	0,89%
Iluminação	24,61 kw	5,58%
Equipamentos do PGPV	51,67 kw	11,73%
Total	440,65 kw	100,00%

Fonte: Autor (2024)

4.4.1 Uso de equipamentos de refrigeração

O Setor 2 de distribuição da UAST possui um total de 119 aparelhos de ar-condicionado, sendo 111 deles do tipo ar-condicionado de janela (ACJ) e dois do tipo *Split hi-wall*. A capacidade de refrigeração destas unidades varia entre 10.000 btu/h e 21.000 btu/h. A Tabela 3 apresenta o quantitativo de aparelhos por modelo, juntamente com suas especificações:

Tabela 3: Quantitativo dos aparelhos de ar-condicionado do Setor 2

MARCA	TIPO	MODELO	QUANT.	CAPACIDADE FRIGORÍFICA	POTÊNCIA NOMINAL	CARGA INSTALADA
GREE	ACJ	GJ21-22LM/C	99	21.000 Btu/h	2180,00	215.820 w
GREE	ACJ	GJ 18 22LM/C	5	18.0000 Btu/h	1830,00	9.150 w
ELGIN	ACJ	ERF-21000-220V	2	21.000 Btu/h	2.510,00	5.020 w
ELGIN	ACJ	EM10-F	5	10.000 Btu/h	970,00	4.850 w
MIDEA	Split Hi-Wall	42AFFCI18S 5/38TFCI18 S5	8	18.0000 Btu/h	1.653,71	13.230 w
TOTAL						248,07 kw

Fonte: Autor (2024)

Exceto pelos 2 aparelhos split, todos os aparelhos de janela foram adquiridos na construção dos blocos de salas de aula em 2008. Na época de sua aquisição, esses aparelhos ACJ eram classificados com o selo PROCEL “A”. No entanto, ao verificarmos os seus parâmetros técnicos e os compararmos com equipamentos atuais, observa-se que esses só atingiriam uma classificação “C”, o que significa que esses equipamentos apresentam uma menor eficiência quando comparados com aparelhos mais modernos.

Além disso, cabe ressaltar que a classificação de equipamentos de janela tem padrões menos rígidos do que os aparelhos do tipo piso-teto ou split. Os oito aparelhos do tipo *split Hi-Wall* disponíveis possuem classificação “E” de eficiência, sendo ainda menos eficientes do que os aparelhos do tipo ACJ. Assim, essa atual configuração revela-se como uma significativa oportunidade de melhoria do desempenho energético. Pois, ao substituir esses aparelhos antigos por modelos mais eficientes, consegue-se reduzir o consumo de energia elétrica e, ao mesmo tempo, contribuir para a sustentabilidade ambiental.

Ao analisar o uso dos aparelhos de ar-condicionado, identificaram-se situações específicas que demandam refrigeração contínua para a proteção de equipamentos e materiais sensíveis. As salas que abrigam os servidores de internet dos Blocos 1 e 2 permanecem com os ar-condicionados ligados ininterruptamente, visando manter a temperatura ambiente entre 15 °C e 25 °C, para prevenir o sobreaquecimento dos servidores. Nos laboratórios do bloco do mestrado acontece algo semelhante, no laboratório 3 e na sala das Câmaras de crescimento, os aparelhos de ar-condicionado operam sem pausa, no intuito de garantir a segurança dos equipamentos de alto valor, que caso venham a sobreaquecer podem danos tanto nos equipamentos quanto nos experimentos em andamento. Além disso, a sala de armazenamento de reagentes requer uma refrigeração constante, pois certos reagentes tendem a perder as suas características quando expostos a temperaturas superiores a 18°.

Quanto ao uso dos aparelhos, observou-se que alguns aparelhos de ar-condicionado permaneciam ligados ininterruptamente ao longo dos diferentes turnos, o que englobava também períodos de inatividade, a exemplo, o horário de almoço. Nas salas de aula, foi comum a ocorrência de aparelhos ligados nos horários entre 12:30 e 13:00 horas e das 18:00 às 18:30, período esse que fica entre os turnos. Na ocorrência em salas administrativas, quando houve casos dessa natureza, foi comum os usuários justificarem essa continuidade no funcionamento dos equipamentos como

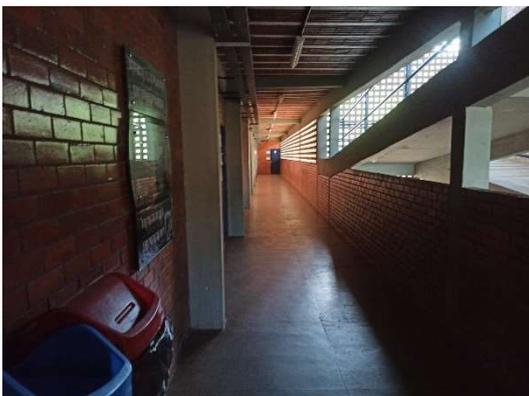
uma medida preventiva para evitar o acúmulo de calor no ambiente, garantindo um ambiente mais confortável no seu retorno do almoço.

4.4.2 Iluminação interna

A iluminação interna da UAST é composta por lâmpadas com tecnologia LED, reconhecidas atualmente pela sua longevidade e a sua maior eficiência energética. Contudo, apesar da melhoria da eficiência energética neste quesito, foram observados outros fatores que contribuem para o aumento do consumo energético da instituição, tais como a deficiência de iluminação natural, o uso inadequado da iluminação e a ineficiência na reflexão provocada por paredes de tijolo aparente.

Na construção dos edifícios analisados, observou-se que as escolhas arquitetônicas contribuíram para a restrição ao uso eficaz da iluminação natural. As áreas de circulação, a exemplo, sofrem com a falta de luz solar direta, uma consequência direta das decisões arquitetônicas, isso acarreta a dependência de fontes de iluminação artificial. As Figuras 12 e 13 ilustram tal problemática: A incorporação de soluções arquitetônicas alternativas, como a substituição de elementos vazados (cobogós) por fachadas de vidro, poderiam mitigar essa dependência, permitindo a infiltração de luz natural e, conseqüentemente, diminuindo a demanda por iluminação artificial.

Figura 12: Corredor do 1º Andar do Bloco 2



Fonte: Autor (2024)

Figura 13: Escadas do Bloco 3



Fonte: Autor (2024)

Outro aspecto observado é a presença películas do tipo *blackout*, nas esquadrias da maioria dos setores administrativos, salas e laboratórios de informática,

material esse que bloqueia quase a totalidade da incidência de iluminação natural. Na prática, para viabilizar o aproveitamento da luz natural, seria necessário a abertura das janelas, prática não usual nas rotinas da instituição.

Da mesma forma que acontece com os aparelhos de ar-condicionado, observou-se o uso inadequado da iluminação. Algumas salas de aula permaneciam com suas luzes acesas mesmo em períodos entre turnos ou até mesmo após o final das aulas, às 21:50. Tal situação exige que o administrador dos prédios realize uma vistoria em todas as salas após esse horário. Isso evidencia uma falta conscientização por parte dos usuários, reforçando a necessidade de medidas educativas e de gestão para promover a responsabilidade ambiental e a economia de recursos dentro da instituição.

O último aspecto observado relaciona-se ao revestimento das alvenarias na maior parte dos ambientes analisados, caracterizados pelo uso predominante de tijolo aparente e laje pré-moldada aparente no teto. Esses materiais possuem a propriedade de absorver significativamente a luz, ao invés de refleti-la, o que resulta em uma maior iluminação artificial para compensar essa baixa reflexividade. Durante as avaliações, constatou-se que a iluminação presente nas salas de aulas dos blocos 1, 2 e 3 possuem a iluminância abaixo do que preconiza a NBR ISO/CIE 8995-1:2013, o uma consequência direta da baixa refletância dos elementos que compõe a edificação. Em contraste, os banheiros dos blocos e o laboratório 3 do PGPV, que adotam revestimento cerâmico na cor branca, apresentam iluminância adequada, evidenciando o impacto significativo do tipo de revestimento na eficiência luminosa dos ambientes.

4.4.3 Iluminação externa

Em relação à iluminação externa, a UAST não foi contemplada com projeto “Ilumina Rural”, o qual promoveu a atualização das luminárias externas do Campus Sede, substituindo as lâmpadas de vapor metálico por luminárias com tecnologia LED. Essa substituição não apenas modernizou o sistema de iluminação, mas também proporcionou uma redução no consumo, alcançando uma economia de aproximadamente 50% (UFRPE, 2022b). Essa redução no consumo é fruto da redução da carga instalada, pois com uma menor carga, as luminárias de LED conseguem ter o mesmo desempenho, o que consequentemente reduz o consumo.

O setor analisado possui um total de 18 luminárias de vapor metálico, observamos que a soma da potência de cada lâmpada (250W) com a do seu respectivo reator (33W) alcançando um total de 283W por unidade. O Quadro 7 apresenta o cálculo da potência total:

Quadro 7: Circuito de Iluminação externa

ILUMINAÇÃO EXTERNA					
CIRCUITO		LOCAL	PONTOS	PONTENCIA (W)	TOTAL (W)
Nº	TIPO				
1	Iluminação	Área externa	18	283,00	5.094 w
TOTAL					5,09 kw

Fonte: Autor (2024)

4.4.4 Equipamentos dos laboratórios da Pós-graduação em Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

O prédio que abriga o Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PGPV) responde por aproximadamente 11,44% da carga instalada no setor analisado. Dentre as principais contribuições, destaca-se, as estufas, as câmaras de crescimento, destiladores, que representam que representam uma parcela significativa do consumo energético da edificação. A distribuição da carga de cada equipamento, é apresentada na tabela a seguir:

Tabela 4: Distribuição das cargas conforme equipamento

LOCAL	POTÊNCIA (KW)	PERCENTUAL DO TOTAL (%)
Capela	0,265	0,51%
Banho maria 16 l	1,10	2,13%
Moinho	0,50	0,97%
Estufas	30,00	58,07%
Câmara de crescimento	6,00	11,61%
Destiladores	10,00	19,36%
Circuito de equipamentos de baixa potência laboratório	3,80	7,36%
TOTAL	51,67 Kw	100,00%

Fonte: Autor (2024)

Os laboratórios do PGPV dispõem de três estufas que operam continuamente, contribuindo com uma carga significativa de 30 KW. Essas estufas são de grande importância para os trabalhos de pesquisa, e têm o seu funcionamento interrompido apenas de para manutenção corretiva e preventiva. Os destiladores por sua vez, têm seu uso agendado para um dia por semana, durante um período de 8 horas, o que é suficiente para produzir a quantidade de água destilada necessária utilizada em todas as pesquisas ao longo da semana.

Além disso, as duas câmaras de crescimento, também referidas como fitotrons, operam ininterruptamente. Esses equipamentos trabalham simulando condições ambientais para o crescimento de plantas, sendo este um equipamento bastante demandado nas pesquisas do Programa. Esses dois equipamentos representam juntos 7,65% de toda a carga instalada na edificação. Também foi relacionado a carga de outros equipamentos de laboratório, entretanto eles possuem potência baixa, e o seu uso é feita de forma esporádica, pois só são utilizados em pesquisas específicas, sendo difícil de prever o tempo de uso dos mesmos e o seu consumo total.

4.5 CÁLCULO DO CONSUMO DE ENERGIA DO SETOR 2 DE DISTRIBUIÇÃO DA UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA-UAST

4.5.1 Iluminação

A energia consumida com iluminação no setor analisado é estimada em 46.836,20 kWh/ano, o que representa cerca de 11,51 % do consumo total estimado na amostra. A tabela a seguir apresenta o consumo por localidade, incluindo tanto a iluminação externa quanto a interna:

Tabela 5: Consumo estimado da iluminação interna e externa

LOCAL	CONSUMO (KWh/ano)	PERCENTUAL (%)
Bloco 1	8.529,83	18,21%
Bloco 2	9.129,83	19,49%
Bloco 3	4.397,42	9,39%
PGPV	2.467,40	5,27%
Iluminação Externa	22.311,72	47,64%
TOTAL	46.836,20 KWh/ano	100,00%

Fonte: Autor (2024)

Como observado, a iluminação externa representa quase a metade do consumo de energia do setor, apesar da quantidade substancialmente inferior de luminárias. Isso se deve ao fato de que as luminárias compostas por lâmpadas de vapor metálico com reator possuem cerca de 15 vezes a potência de uma lâmpada tubular led de 18 W.

As luminárias dos blocos 1, 2, 3 e prédio do PGPV já utilizam tecnologia LED, sendo consideradas mais eficientes quando comparadas com outras tecnologias. Portanto, melhorias no seu desempenho energético só são possíveis através, como a conscientização dos usuários e a mudança de rotinas para o uso desses dispositivos.

4.5.2 Refrigeração

Os blocos 1 e 2 apresentaram consumos similares, na casa dos 32,00 %, sendo estas as maiores contribuições nesse tipo de quesito analisado. Seguidos, do prédio do PGPV, com o consumo de 24,88 % e do Bloco 3 que representa cerca de 11,00 % do total estimado. A Tabela a seguir apresenta o consumo estimado em cada local do setor analisado

Tabela 6: Consumo estimado referente a aparelhos de ar-condicionado

LOCAL	CONSUMO (KWh/ano)	PERCENTUAL (%)
Bloco 1	79.877,01	31,65%
Bloco 2	81.725,31	32,38%
Bloco 3	27.966,45	11,08%
PGPV	62.787,20	24,88%
TOTAL	253.969,49 KWh/ano	100,00%

Fonte: Autor (2024)

O prédio que abriga o PGPV também registrou um consumo elétrico significativo no quesito analisado, isso se deve ao funcionamento contínuo de vários aparelhos de maneira contínua, conforme já destacado.

4.5.3 Computadores

O consumo de energia relacionado ao uso de computadores foi identificado como o segundo maior gasto dentro do setor analisado. A Tabela 3 apresenta o consumo aproximado de cada localidade dentro da amostra:

Tabela 7: Consumo estimado do uso de computadores

LOCAL	CONSUMO (KWh/ano)	PERCENTUAL (%)
Bloco 1	18.072,63	49,15%
Bloco 2	12.772,32	34,74%
Bloco 3	1.042,01	2,83%
PGPV	4.880,40	13,27%
TOTAL	36.767 KWh/ano	100%

Fonte: Autor (2024)

Os blocos 1 e 2 juntos representaram aproximadamente 85% do consumo relacionado ao uso de computadores. Isso ocorre pelo fato de os blocos abrigarem o curso de sistema de informação, onde as aulas são ministradas majoritariamente nos laboratórios de informática. Em contraste, o Bloco 3, conta com apenas um laboratório de informática de informática do consumo, refletindo-se em um registro de apenas cerca de 2,83% do consumo total de energia destinado a computadores.

O PGPV, teve seu consumo estimado em aproximadamente 4.880,40 Kw com o uso de computadores, o que representa cerca de 13,27 % do consumo total. Os equipamentos de informáticas disponíveis neste bloco são utilizados para funções administrativas e apoio as pesquisas desenvolvidas no programa.

4.5.4 Equipamentos de laboratório

Os equipamentos de laboratório do PGPV apresentam um consumo considerável, com destaque para as 3 estufas que correspondem a 51,38 % do consumo nesta categoria. As duas câmaras de crescimento contribuem com 37,67 %, seguidas dos destiladores juntos com 7,16% e o ultra freezer com 3,82%. Outros equipamentos de laboratório não foram considerados para cálculo de consumo pois

além de possuírem baixa potência elétrica a sua utilização e feita de maneira esporádica não afetam significativamente o total de energia utilizada.

Tabela 8: Consumo estimado dos Equipamentos do laboratório do PGPV

Tipo	Quantidade	Consumo (KWh/ano)	Percentual (%)
Destiladores 1	1,00	1.668,57	3,58%
Destiladores 2	1,00	1.668,57	3,58%
Câmara de crescimento	2,00	17.520,00	37,64%
Estufas	3,00	23.914,80	51,38%
Ultrafreezer	1,00	1776	3,82%
TOTAL		46.547,94	100%

Fonte: Autor (2024)

Por serem equipamentos de uso específico, a eficiência energética nesses laboratórios está atrelada à otimização do uso, como a diminuição da operação durante períodos de baixa demanda. As estufas, por exemplo, em períodos de menor demanda, o uso pode ser concentrado em uma parcela dela, permitindo o desligamento de uma ou duas estufas, o que acaba contribuindo significativamente para o desempenho energético.

4.5.5 Outros aparelhos

Essa categoria englobou equipamentos de baixa potência e baixo consumo, mas como existe uma quantidade considerável, houve uma influência no consumo do setor. Cerca 52,81 % do consumo desta categoria é atribuído aos servidores de internet locados no setor, enquanto outros 17,87 % do consumo é demandado pelos projetores utilizados nas salas de aulas, e aproximadamente 14,64 % foram destinados às geladeiras.

Teoricamente o consumo dessa categoria poderia ser reduzido através do desligamento em horários de não utilização. Entretanto, equipamentos desta natureza são sensíveis a variações de tensão, o que torna desaconselhável a prática de desligamento frequente, devido aos riscos associados a integridade dos aparelhos.

A Tabela 9 apresenta o consumo estimado por tipo de equipamento:

Tabela 9: Consumo estimado de outros aparelhos

Tipo	Quantidade	Consumo (KWh/ano)	Percentual (%)
Geladeiras	8,00	3.480,00	14,64%
Impressoras	4,00	60,24	0,25%
Bebedouros	11,00	1.209,60	5,09%
Micro-ondas e Fornos	7,00	652,59	2,75%
Servidores de Internet	13,00	12.555,15	52,81%
Projetores	46,00	4.247,30	17,87%
Cafeteira	1,00	199,20	0,84%
Freezer	2,00	1.368,00	5,75%
TOTAL		23.772,08 KWh/ano	100%

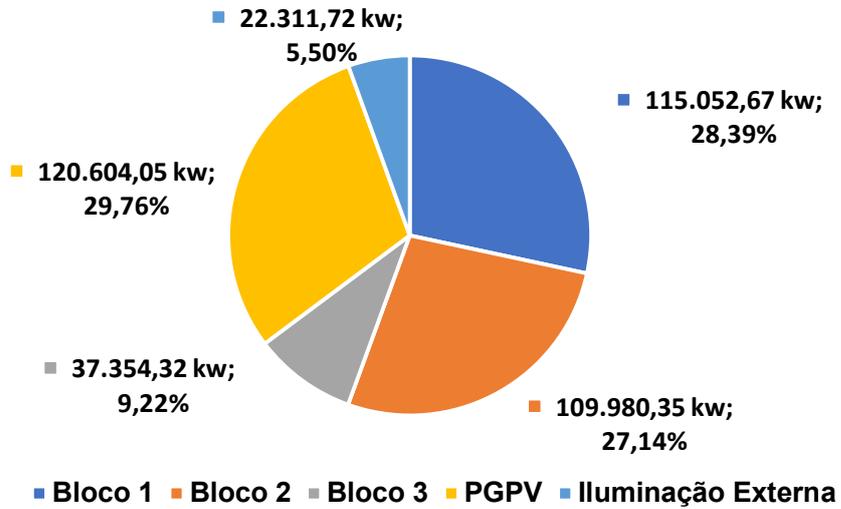
Fonte: Autor (2024)

4.6 ESTIMATIVA DE USO E CONSUMO DA ENERGIA

A análise do consumo de energético facilita a tomada de decisões para um gerenciamento eficiente da energia na organização. A Figura 14 apresenta a estimativa do consumo por local. O Bloco do PGPV obteve o maior consumo, principalmente devido ao uso de sistemas de refrigeração, que consome cerca de 52,69 % da energia destinada a edificação e devido ao elevado consumo dos equipamentos de pesquisa, principalmente as três estufas, as duas câmaras de crescimento e os dois destiladores, que juntos consomem cerca de 36,63 % destinada a edificação.

Também se observa um consumo elevado nos Blocos 1 e 2, que é atribuído ao maior número de turmas e à utilização mais frequente dessas áreas, diferentemente do Bloco 3 que só alcança a sua capacidade máxima no período noturno. Além disso, os Blocos 1 e 2 abrigam setores administrativos que operam de maneira contínua, enquanto o bloco 3 possui salas administrativas usadas de forma esporádica.

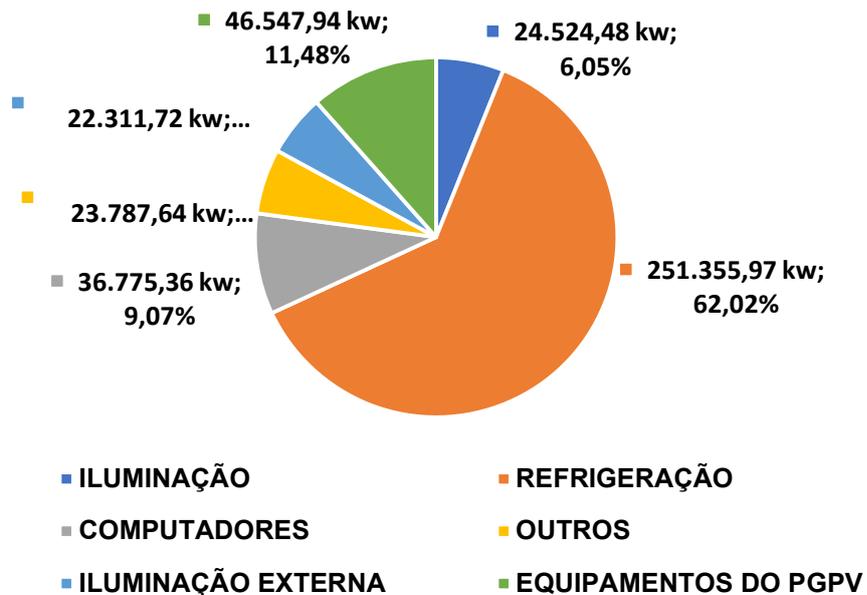
Figura 14 – Consumo estimado por local



Fonte: Autor (2024)

Também é essencial compreender como se dá o consumo de acordo com o tipo de uso para viabilizar a implementação de ações mais específicas. O gráfico a seguir ilustra a distribuição do consumo por categoria de equipamento:

Figura 15 – Consumo estimado por tipo de uso



Fonte: Autor (2024)

Os equipamentos de refrigeração destacam-se como o principal consumidor de energia entre os tipos analisados. Com um consumo estimado de aproximadamente 253.000 KWh/ano, essa categoria representa 62,17 % do total estimado. Logo em seguida estão os equipamentos de laboratório com 11,44%, seguidos pelos computadores com 9,04 %, pela iluminação interna com 6,03%, por outros usos com 5,85 e pela iluminação externa com 5,48%.

4.7 DETERMINAÇÃO DOS USOS SIGNIFICATIVOS DE ENERGIA (USE)

Com base na análise energética realizada no Setor 2 de distribuição elétrica da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, identificaram-se como principais consumidores de energia os itens a seguir:

- **Aparelhos de Ar-condicionado;**
- **Iluminação externa;**
- **Equipamentos de laboratório:**
 - Destiladores;
 - Câmaras de crescimento;
 - Estufas;

Como orientado pela NBR ISO 50001, a otimização do uso desses equipamentos deve ser prioridade para melhoria no desempenho energético da organização (ABNT, 2018). Na sequência, será apresentado o plano de ação destinado a otimizar o uso da energia na amostra, considerando os USE identificados.

4.8 PLANOS DE AÇÃO E OPORTUNIDADES PARA MELHORIA DO DESEMPENHO ENERGÉTICO

De acordo com a NBR 50001 (2018, p.12),

Ao planejar como alcançar seus objetivos e metas energéticas, a organização deve estabelecer e manter planos de ação que incluam: o que será feito; quais recursos serão requeridos; quem será responsável; quando isso será concluído; como os resultados serão

avaliados, incluindo o(s) método(s) usados para verificar a melhoria do desempenho energético.

A organização deve considerar como as ações para atingir os objetivos e metas energéticas podem ser integradas nos processos de negócio da organização.

No caso da UAST, algumas ações devem preceder a efetiva aplicação de um sistema de gestão energética, como a implantação de uma Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, que visa conduzir a implantação do sistema e a instalação de medidores para propiciar medições individualizadas, melhorando assim o controle do uso da energia no escopo do sistema. Outras ações que terão impacto financeiro mais acentuado, como a substituição de equipamentos de ar-condicionado e substituição de luminárias, devem ser planejadas junto aos setores administrativos da instituição a fim de ser verificada a disponibilidade orçamentária.

A seguir é apresentado o primeiro plano de ações para melhoria do desempenho energético no setor analisado:

Quadro 8: Plano de ação

What? (O que?)	Why? (Por quê?)	Where (Onde?)	When (Quando?)	Who (Quem ?)	How? (Como ?)	How Much? (Quanto?)
Implantação de uma Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) na UAST	Melhorar a gestão energética e garantir o compromisso com a eficiência energética	UAST	De imediato	Comissão composta por Docentes, Discentes e Técnicos administrativos	Formação da comissão com dois participantes de cada segmento	Horas de trabalho da equipe
Implantação de medidas educativas e a revisão de práticas de consumo	Aumentar a conscientização sobre a economia de energia e práticas sustentáveis	Setor 2 de Distribuição Elétrica	Quinzenalmente	CICE	Campanhas de conscientização, palestras e workshops	Horas de trabalho da equipe e custo com a elaboração dos materiais
Medir individualmente o consumo de energia de pontos estratégicos	Para obter dados precisos para orientar ações de eficiência energética	Setor 2 de Distribuição Elétrica	A definir (mediante disponibilidade orçamentária)	CICE e Diretoria	Aquisição de equipamentos de medição; e Monitoramento pela equipe técnica	Horas de trabalho da equipe e custo com a aquisição dos equipamentos, estimados em R\$ 7.621,10
Substituição dos Equipamentos de Refrigeração por equipamentos de maior eficiência	Reduzir o consumo de energia e aumentar a eficiência	Setor 2 de Distribuição Elétrica	A definir (mediante disponibilidade orçamentária)	CICE e Diretoria Administrativa	Aquisição e instalação de equipamentos de refrigeração mais eficientes	Custo com a aquisição e instalação, estimado em R\$ 590.707,99.
Substituição das Luminárias	Reduzir o consumo de energia e	Setor 2 de Distribuição Elétrica	A definir (mediante	CICE e Diretoria	Aquisição e instalação de luminárias LED.	Custo com a aquisição,

Externas por LED	aumentar a durabilidade das luminárias		disponibilidade orçamentária)	Administrativa		estimado em R\$ 15.956,46
Reuso de Água dos Drenos dos Ares-Condicionados	Reduzir o uso do destilador e consequentemente o consumo de energia no PGPV.	UAST	A definir (mediante disponibilidade orçamentária)	CICE, Diretoria Administrativa e Coordenação do PGPV.	Instalação de sistema de captação de água e análise da viabilidade do uso em pesquisas específicas	Custo para aquisição dos insumos, estimado em R\$ 730,00 por sistema instalado.

Fonte: Autor (2024)

As próximas seções detalharão as ações propostas no plano de ação para aprimorar o desempenho energético do setor 2 de distribuição da UAST, bem como as ações educativas que irão abranger toda unidade.

4.8.1 Implantação de uma Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) na Unidade Acadêmica de Serra Talhada

As Comissões Internas de Conservação de Energia (CICE) são comissões que têm o objetivo de assessorar os dirigentes na adoção de medidas para a redução do consumo de energia elétrica. As principais funções da CICE incluem a elaboração de planos de ação, o monitoramento e análise do consumo de energia, e a promoção de práticas sustentáveis. Além disso, a CICE é responsável por recomendar atualizações e melhorias, educar e capacitar os envolvidos, assegurar a conformidade com as normativas vigentes, preparar e apresentar relatórios, bem como avaliar o progresso das iniciativas de conservação de energia.

O Decreto Nº 10.779, de 25 de agosto de 2021, estabeleceu a obrigatoriedade da formação dessas comissões até 30 de abril de 2022, com o intuito de diminuir o consumo de energia nos meses de setembro de 2021 a abril de 2022 em dez a vinte por cento comparado à média do mesmo período nos anos de 2018 e 2019. Embora não seja mais obrigatória, a manutenção dessas comissões é fundamental para fomentar práticas sustentáveis e a responsabilidade socioambiental nas organizações, destacando a importância da eficiência energética e da proteção ambiental.

O Decreto Nº 10.779 também trouxe recomendações para o uso eficiente da energia elétrica nas organizações públicas, podendo ser o ponto inicial para que uma recém-criada CICE possa começar a orientar a organização para redução do consumo. Entretanto, para alcançar resultados sólidos e duradouros, é necessário adotar um processo estruturado. Nesse contexto, no modelo proposto CICE da

Unidade Acadêmica de Serra Talhada irá construir um modelo de gestão baseado na NBR ISO 50001.

Na NBR ISO 50001, o termo "alta direção" é usado para se referir à liderança que comanda ou tem a maior responsabilidade dentro da organização, destacando-se na atribuição de responsabilidades e autoridades à equipe responsável pela energia. Fazendo um paralelo com a estrutura organizacional da UAST/UFRPE, essa "alta direção" poderia ser representada tanto pela Direção Geral e Acadêmica da UAST quanto pela reitoria. A equipe de gestão de energia seria semelhante a uma Comissão Interna de Conservação de Energia, uma vez que ambas compartilham objetivos em comum (ABNT, 2018).

Trazendo alguns aspectos da NBR é possível correlacioná-lo com as atividades da CICE, conforme mostrado a seguir:

Quadro 9: Funções da CICE e a sua ligação com a NBR ISO 50001

FUNÇÃO DA CICE NA NBR ISO 50001	DESCRIÇÃO
Estabelecimento de um sistema de gestão de energia (SGE)	A NBR 50001 pode ser usada como instrumento de criação de política de uso eficiente de energia, definindo metas e planos de ação.
Melhoria contínua	o princípio da melhoria contínua, o que significa que ela pode ajudar a CICE a estabelecer processos para medir, monitorar e analisar o desempenho energético regularmente, identificando oportunidades de melhoria e implementando ações para alcançá-las.
Monitoramento e análise do consumo de energia	O processo de medição auxilia-a a CICE a entender melhor o uso de energia dentro da organização e identificar áreas onde o consumo pode ser reduzido.
Educação e capacitação	A norma também enfatiza a importância da conscientização e formação de todos os funcionários envolvidos nas atividades energéticas. Isso pode ajudar a CICE a educar e capacitar os funcionários sobre a importância da conservação de energia e como eles podem contribuir.
Assegurar a conformidade:	A implementação da ISO 50001 pode ajudar a garantir que a organização esteja em conformidade com as legislações e regulamentos nacionais ou internacionais relacionados à energia, mitigando riscos legais e financeiros.
Preparação e apresentação de relatórios	Com a ISO 50001, a CICE pode estabelecer indicadores de desempenho energético (IDEs) para avaliar e comparar o desempenho energético ao longo do tempo, permitindo uma análise objetiva do progresso das iniciativas de conservação de energia.

Fonte: Autor (2024) com base NBR ISO 50001 (ABNT, 2018)

O quadro apresenta uma visão de como a NBR ISO 50001 pode ser aplicada para potencializar CICE. O mostra que a norma oferece um caminho orientado para melhorar a eficiência energética, desde o estabelecimento de um sistema de gestão de energia até a avaliação do progresso das iniciativas de conservação. Cada função listada desempenha um papel na otimização do consumo e na promoção de práticas sustentáveis.

A composição da CICE, deve ser participativa, incluindo representantes de toda a comunidade acadêmica, garantindo que todas as categorias se sintam representadas. Assim, a composição da CICE deve incluir, no mínimo, dois docentes e seus suplentes, dois técnicos administrativos e seus suplentes, além de dois discentes e seus suplentes. Essa configuração já foi usada no passado para compor uma CICE. No entanto, é essencial que a CICE tenha apoio técnico de um profissional da área de elétrica para fornecer assistência técnica nas análises que se fizerem necessárias.

4.8.2 A implantação de medidas educativas e a revisão de práticas de consumo

A junção de medidas de cunho educativo e avaliação de práticas de consumo são essenciais para a promoção da eficiência energética no interior da organização. O uso responsável consciente de ar-condicionado, eletrodomésticos, aquecedores de água elevadores até equipamentos de refrigeração de água potável resultam em uma diminuição perceptível do consumo de energia, assim por consequência traz economia de custos e redução de impactos ambientais (Ma *et al.*, 2017; Sanz-Magallón Rezusta *et al.*, 2020).

A NBR ISO 50001 (2018), aborda a conscientização, destacando a importância de que todos os colaboradores sob o controle da organização devem estar cientes da política energética e suas contribuições para a eficácia do Sistema de Gestão de Energia (SGE). Eles devem entender os objetivos, metas energéticas, os benefícios da melhoria do desempenho energético, impactos de suas atividades no consumo de energia e das implicações de não estar em conformidade com os requisitos do SGE.

Assim, conscientização sobre a importância de reduzir o consumo de energia elétrica deve ser uma prioridade contínua. Educar e envolver funcionários e usuários sobre como suas ações influenciam o consumo de energia pode levar a mudanças comportamentais positivas e a práticas mais sustentáveis (ABNT, 2018). Nesse

contexto, o PDI da UFRPE também prevê a promoção de ações para promover redução do consumo de energia. A seguir são apresentadas algumas ações de caráter administrativo que podem vir a colaborar com a redução do consumo na unidade:

- **Placas "Apague as Luzes":** Promover a instalação de placas ou adesivos próximos a interruptores de luz, no intuito de incentivar as pessoas a apagarem as luzes quando saírem de um ambiente não utilizado.;
- **Divulgação de material sobre Eficiência Energética:** Distribuição de cartilhas ou folhetos, preferencialmente digitais, contendo dicas práticas para economizar energia dentro da instituição, visando promover a sustentabilidade;
- **Desligue os Aparelhos:** Instalar lembretes para encorajar as pessoas a desconectarem aparelhos que não estão em uso;
- **Capacitação:** Promover treinamento como os usuários sobre os benefícios da eficiência energética;

A instalação de placas e lembretes ajuda a criar uma cultura de atenção ao consumo de energia, enquanto a divulgação de material educativo amplia o conhecimento da comunidade acadêmica sobre práticas sustentáveis. Além disso, ações de capacitação garantem que os envolvidos estejam informados e motivados a adotar hábitos mais conscientes é importante também incentivar os usuários a promoverem outras práticas eficientes em seus setores, como reduzir o uso de equipamentos, desligá-los ao sair, compartilhar equipamentos de laboratórios de modo que venham a catalisar as melhorias propostas.

Além dessas medidas, é importante focar nos equipamentos que mais consomem energia, especialmente os aparelhos de ar-condicionado, que são grandes consumidores de energia elétrica. Assim como na amostra deste estudo, Batlle e Palácio (2015) verificaram que os aparelhos de ar-condicionado são os maiores consumidores de energia em edificações de ensino. Nesse sentido, os autores destacaram algumas ações que podem alcançar reduções de 15% a 25%, entre as medidas destacadas para reduzir esse consumo, estão:

- ✓ Manter as portas e janelas fechadas, evitando a entrada de ar externo.

- ✓ Limitar a utilização do aparelho somente às dependências ocupadas.
- ✓ Evitar a incidência dos raios solares no ambiente climatizado, pois aumentara a carga térmica para o condicionador.
- ✓ Limpar o filtro do aparelho com a periodicidade recomendada pelo fabricante, evitando que a sujeira prejudique seu rendimento.
- ✓ Desligar o ar-condicionado em ambientes não utilizados ou que fiquem longo tempo desocupados.
- ✓ Manter desobstruídos as grelhas de circulação de ar.
- ✓ Manter livre a entrada de ar do condensador. (...)
- ✓ No inverno ou dias frios desligar o ar-condicionado (central ou individual) da rede elétrica e manter só a ventilação. (...)
- ✓ **NÃO** colocar os equipamentos de A.C perto de outras fontes de calor. (...)
- ✓ **NÃO** é conveniente ajustar a temperatura dos A.C no verão abaixo de 22 °C (a faixa de temperatura confortável recomendada pela ASHRAE é de 22 a 26 °C no verão), já que **NÃO** é confortável e supõe um desperdício de energia (por cada grado menos de temperatura, o consumo energético aumenta na faixa de 5% - 7%).
- ✓ Realizar uma correta programação da temperatura de projeto segundo as condições climáticas, o qual pode chegar a gerar uma poupança anual significativa, sempre que elo não implique uma redução substancial das condições de conforto (Batlle; Palácio; Lora, 2015, p. 99).

. Para Silva et al. (2019), para que as universidades incorporem princípios e práticas de sustentabilidade, é importante conscientizar toda a comunidade acadêmica sobre a importância dessas iniciativas. Os autores acrescentam que essas ações precisam ser refletidas em práticas diárias nas instituições, abrangendo desde o planejamento e gestão de recursos até as operações cotidianas.

4.8.3 Necessidade de medição individualizada

As estimativas de consumo fornecem um panorama sobre o uso da energia dentro da organização, fornecendo dados para implementação das primeiras melhorias do desempenho energético. Entretanto, a instalação de medidores individualizados mostra-se como uma estratégia eficiente para aprimorar a precisão e a eficácia das ações da gestão energética.

O monitoramento detalhado do consumo por bloco, aparelho, ou setor, permite uma melhor compressão dos padrões de consumo, de possíveis perdas e da efetividade da adoção de medidas técnicas e administrativas. Com esses dados a equipe destinada a gerir a conservação de energia na organização pode elaborar

ações específicas e detalhadas de otimização do uso da energia, identificando oportunidades de melhoria que, anteriormente, não fossem perceptíveis.

A NBR ISO 50001 (2018) destaca a importância de uma tomada de decisão orientada por esses dados, que são essenciais para monitorar e melhorar continuamente o desempenho energético. Planejar quais dados coletar, como e com que frequência assegura a disponibilidade necessária para os processos de revisão de energia, monitoramento, medição, análise e avaliação, direcionando as ações estrategicamente e aumentando a precisão dos indicadores de desempenho energético

Considerando as especificidades do setor em análise e os orçamentos disponíveis no apêndice P, sugere-se a aquisição e instalação de equipamentos de medição, que são eles:

- **Aquisição de Alicates Wattímetro**, com investimento necessário de R\$ 2.137,49.
- **Instalação de 4 medidores trifásicos com telemetria** nos blocos 1, 2, 3 e no prédio do PGPV, com custo unitário médio de R\$ 1.209,99 e um Investimento total: R\$ 4.839,96.
- **Instalação de medidores em circuitos específicos**, incluindo 5 medidores monofásicos para as duas câmaras de crescimento e as três estufas, com um custo unitário médio de R\$ 128,73 e um investimento total de R\$ 643,65.

A instalação de 4 medidores trifásicos com telemetria nos blocos 1, 2, 3 e no prédio do PGPV, permite o acompanhamento do uso da energia das edificações em tempo real, fazendo com que a equipe de manutenção identifique possíveis falhas no sistema e possibilitando que a CICE efetue análises detalhadas da energia das edificações. A instalação de cinco medidores monofásicos em equipamentos de alto consumo dentro do PGPV visa a otimização do uso da energia. Através desta iniciativa, é possível avaliar como mudanças na utilização desses equipamentos podem efetivamente reduzir o consumo de energia.

O alicate wattímetro é um equipamento portátil que permite monitorar de forma precisa circuitos elétricos, sejam eles monofásicos ou trifásicos. Este dispositivo é capaz de registrar dados energéticos ao longo do tempo, como o consumo de energia, a eficiência de equipamentos elétricos, variações de corrente, tensão e potência.

Esses dados são gravados na memória do aparelho e posteriormente são extraídos e para um software, facilitando as devidas análises.

A aquisição desses aparelhos de medição não apenas aprimora o controle e a gestão do consumo de energia, mas vem a contribuir de forma significativa para a construção de indicadores de desempenho energético sólidos e confiáveis. Com base nesses dados, a instituição pode estabelecer benchmarks mais precisos, promovendo uma gestão energética mais eficiente e orientada para resultados.

4.8.4 Refrigeração: Substituição dos equipamentos atuais por equipamentos mais eficientes

O setor analisado conta com 109 aparelhos de ar-condicionado, dois quais 101 são do tipo Janela e 8 do tipo *Split high-wall*. Todos eles operam com velocidade fixa, o que significa que os compressores desses aparelhos funcionam em uma única potência, apresentando uma menor eficiência quando comparados com aparelhos que utilizam tecnologia de velocidade variável (*inverter*) (Silva; Oliveira; Lima, 2023).

O sistema proposto tem como objetivo a substituição dos aparelhos de climatização existentes na amostra por modelos dotados de tecnologia *inverter*. Essa atualização é detalhada nos apêndices M, N, O, que contêm informações sobre o modelo de referência, as cotações e especificações técnicas.

O Quadro a seguir apresenta um resumo do modelo de substituição proposto e o investimento necessário:

Quadro 10: Sistema proposto para substituição dos ares-condicionados

ATUAL	PROPOSTO	QUANT.	INVESTIMENTO
99 Aparelhos de Janela. Modelo: GJ21-22LM/C	Ar-Condicionado Split Inverter 22.000	101,00	R\$ 528.126,98
02 Aparelhos de Janela. Modelo: ERF-21000-220V			
08 Aparelhos <i>Split Hi-Wall</i> modelo MIDEA LIVIA	Ar-Condicionado <i>Split</i> <i>Inverter</i> 18.000	13,00	R\$ 49.289,11
05 Aparelhos de Janela. Modelo: GJ 18 22LM/C			
05 Aparelhos de Janela. Modelo: EM10-F	Ar-Condicionado <i>Split</i> <i>Inverter</i> 9000	5,00	R\$ 13.291,90

Fonte: Autor (2024)

Devido à falta de equipamentos inverter com 21.000 BTUs no mercado, optou-se por aparelhos de 22.000 BTUs. Da mesma forma, pela ausência de Splits Inverter de 10.000 BTUs, escolheram-se modelos de 9.000 BTUs. Essa seleção foi considerada ideal para atender às necessidades específicas dos espaços em questão, uma vez que a capacidade dos equipamentos selecionados atende de forma eficiente à demanda térmica requerida.

Quanto ao consumo, o sistema proposto, que utiliza equipamentos com tecnologia *inverter*, mostrou uma redução significativa, com uma estimativa de alcançar 70,00% em comparação aos equipamentos atuais.

A tabela a seguir oferece um comparativo entre o consumo na configuração atual e na proposta:

Tabela 10: Comparativo do consumo entre sistema atual e sistema proposto

LOCAL	CONSUMO ATUAL (KWh/ano)	CONSUMO CONFIGURAÇÃO PROPOSTA (KWh/ano)	REDUÇÃO NO CONSUMO (%)
Bloco 1	79.877,01 kw	22.776,02 kw	76,18%
Bloco 2	81.725,31 kw	24.733,31 kw	71,49%
Bloco 3	27.966,45 kw	8.484,96 kw	69,74%
PGPV	64.400,72	14.956,13 kw	69,66%
TOTAL	252.355,97	70.950,42	71,88%
	KWh/ano	KWh/ano	
ECONOMIA ANUAL	181.405,55 KWh/ano		71,88%

Fonte: Autor (2024)

Para calcular o valor anual da redução de consumo, é necessário considerar que a UAST utiliza tarifas diferenciadas: uma para o horário de ponta e outra para o horário fora de ponta. Assim, tornou-se essencial estimar o tempo de uso de cada aparelho em cada um desses horários. Considerando esses fatores, a tabela a seguir apresenta o cálculo do retorno do investimento em aparelhos com tecnologia do tipo inverter:

Tabela 11: Cálculo do retorno do investimento em aparelhos *inverter*

Consumo Atual (KWh/ano)	Na ponta	53.920,66 KWh/ano
	Fora de ponta	17.029,76 KWh/ano
	Total	70.950,42 kWh/ano
Consumo conforme proposta (KWh/ano)	Na ponta	194.126,88 KWh/ano
	Fora de ponta	58.229,09 KWh/ano
	Total	252.355,97 KWh/ano
Valor do Kwh na ponta (R\$)		R\$ 2,55275272
Valor do Kwh fora de ponta (R\$)		R\$ 0,53434533
Custo Anual atual (R\$)		R\$ 252.375,25
Custo Anual conforme proposta (R\$)		R\$ 72.285,01
Valor Total Investido (R\$)		R\$ 590.707,99
Economia Anual (R\$)		R\$ 180.090,24
Tempo de retorno do investimento		3,28 anos \cong 3 anos e 3 meses

Fonte: Autor (2024)

A substituição dos aparelhos de ar-condicionado da UAST por modelos Split Inverter, representa uma iniciativa viável do ponto de vista financeiro, além de promover eficiência energética e sustentabilidade. Do ponto de vista financeiro, o *retrofit* no sistema de refrigeração gera economia aproximadamente de aproximadamente 71,35 %, o que é considerado um percentual bastante considerável, perante a representatividade desse sistema no consumo do setor analisado.

Almogbel *et al.* (2020) ao simularem o uso de diferentes aparelhos de ar-condicionado também verificaram que aparelhos de ar-condicionado com compressor de velocidade variável (*inverter*) tem uma maior eficiência quando comparados com aparelhos de velocidade constante. Os autores também destacam a redução de até 49 % nas emissões de CO₂, evidenciando vantagens ambientais.

Embora o investimento na substituição seja considerável, espera-se um retorno em aproximadamente 3 anos e 3 meses. É importante destacar que os equipamentos atuais na UAST, muitos dos quais ultrapassam 15 anos de uso, estão perto do fim de sua vida útil, o que reforça a necessidade de substituição. A atualização do sistema não apenas otimiza os recursos e diminui custos operacionais, mas também reforça o compromisso da UFRPE com práticas sustentáveis.

4.8.5 Substituição das luminárias externas por luminárias com tecnologia LED

As Luminárias de vapor metálico oferecem um fluxo luminoso de aproximadamente 19.900 lúmens (INMETRO, 2021), resultando em uma eficiência de aproximadamente 70 lm/W. Por outro lado, uma lâmpada LED, com uma carga total de 150W, incluindo o driver, é capaz de produzir cerca de 22.500 lúmens, alcançando uma eficiência de 150 lm/W. Essa substituição mostra-se como uma alternativa viável, pois, além de haver a atualização do sistema, a eficiência luminosa é mais que dobrada, o que leva a redução dos custos operacionais da universidade. A tabela a seguir apresenta uma proposta de substituição das luminárias de vapor metálico por luminárias de LED:

Tabela 12: Sistema proposto para substituição das luminárias externas por LED

SISTEMA PROPOSTO	
Tipo da Luminária	LED
Modelo de Referência	18873
Potência	150 W
Cor	5000k (Neutra)
Fluxo Luz (lm)	22.500 Lúmens
Custo do Insumo	R\$ 886,47 a unidade
Custo de instalação	R\$ 0,00, A universidade possui uma equipe de manutenção já contratada que pode realizar a Instalação
Investimento	R\$ 15.956,46

Fonte: Autor (2024)

A substituição de luminária com lâmpadas de vapor metálica por lâmpadas de LED é bastante positiva, pois ao mesmo demonstra um potencial significativo de redução no consumo de energia e melhoria na luminosidade.

Conforme apresentado na Tabela 13 o sistema proposto gera aproximadamente uma redução de 47% no consumo e ao mesmo tempo consegue aumentar a luminosidade de 19.900 lumens para 22.500 lumens, o que corresponde a aproximadamente 18,42% de aumento.

Tabela 13: Comparativo entre o sistema de iluminação de vapor metálico e LED

Tipo	Quant	W	W Total	Horas de uso por Ano	Consumo Anual (KWh)
Vapor metálico 250 W + Reator	18,00	283,00	5.094,00 w	4.380,00	22.311,72
Luminária com Tecnologia LED 150 W	18,00	150,00	2.700,00 w	4.380,00	11.826,00
Economia Anual					10.485,72 KWh

Fonte: Autor (2024)

As orientações do manual de iluminação pública do Inmetro estabelecem que, para fins de estimativa, o horário de funcionamento da iluminação pública deve ser considerado das 18:00 às 6:00 (INMETRO, 2021).

Assim, para o cálculo do tempo de retorno do sistema de iluminação deve ser considerado o fato da energia da UAST ser medida através de duas tarifas, dependendo do horário de uso. Isso resulta na seguinte configuração: três horas de funcionamento em horário de ponta, das dezoito horas às vinte e uma horas, e nove horas de funcionamento em horário fora de ponta, das vinte e uma horas às seis horas da manhã. O horário de ponta é o período do dia em que o consumo de energia elétrica é mais elevado, geralmente ao final da tarde e início da noite, resultando em tarifas mais altas. O horário fora de ponta é o período do dia em que o consumo de energia elétrica é menor, resultando em tarifas mais baixas. (INMETRO, 2021).

Com base nessas informações, é possível calcular o tempo de retorno aproximado do investimento.

Tabela 14: Cálculo do retorno do investimento em luminárias LED

Valor do Kwh na ponta (R\$)	R\$ 2,55275272	
Valor do Kwh fora de ponta (R\$)	R\$ 0,53434533	
Custo atual estimado (R\$)	Na ponta (R\$)	R\$ 14.239,08
	Fora de ponta (R\$)	R\$ 8.941,62
	TOTAL	R\$ 23.180,70
Custo após melhorias (R\$)	Na ponta (R\$)	R\$ 7.547,21
	Fora de ponta (R\$)	R\$ 4.739,38
	TOTAL	R\$ 12.286,59
Valor gasto com o Descarte das Lâmpadas (R\$)	R\$ 34,02	
Aquisição das Luminárias (R\$)	R\$ 15.956,46	
Valor Total Investido (R\$)	R\$ 15.990,48	
Economia Anual (R\$)	R\$ 10.894,11	
Tempo de retorno do investimento	1,46 anos \cong 1 ano e 6 meses	

Fonte: Autor (2024)

O *payback* do investimento na substituição das luminárias com lâmpadas de vapor metálico luminárias com tecnologia LED mostra-se bastante viável, considerando o tempo de retorno de aproximadamente 1 ano e 6 meses e o fato de que as lâmpadas de vapor metálico têm uma vida útil em torno de 10.000 horas, enquanto as lâmpadas de LED têm uma vida útil de 35.000 horas. Assim, lâmpadas LED também vem a contribuir com a redução dos custos relacionados à manutenção e à aquisição a reposição de luminárias danificadas.

4.8.6 Reuso de água dos drenos dos ar-condicionado, como água destilada, no PGPV.

Para reduzir o consumo de energia associado ao uso dos destiladores, propõe-se diminuir sua utilização, complementando a necessidade hídrica dos experimentos com água proveniente da condensação dos aparelhos de ar-condicionado. Contudo, é importante destacar que essa água pode conter contaminantes, exigindo uma avaliação para determinar sua adequação ao uso específico. Coelho (2019), avaliou em termos quantitativos e qualitativos água residual gerada pelos sistemas de ar-condicionado na UAST e concluiu que o uso dessas águas para irrigação é uma alternativa viável. Tal água é caracterizada por sua baixa salinidade e pela presença reduzida de ânions e cátions, que poderiam contaminar o solo e ser tóxicos para as plantas.

Recomenda-se a implementação de um sistema de captação dessa água para seu reaproveitamento em aplicações apropriadas, como a irrigação de experimentos compatíveis com essa qualidade de água residual. Segundo Coelho (2019), a vazão é inferior a 2 litros por hora, permitindo a conexão de múltiplos aparelhos a um único reservatório. Isso resulta em uma economia na implantação do sistema, cujo custo está estimado em aproximadamente R\$ 730,00, incluindo a aquisição de duas caixas d'água de 500 litros cada e as conexões necessárias.

A curto prazo, não é possível calcular o retorno do investimento devido à variabilidade na vazão das máquinas e à sazonalidade dos experimentos adequados à água em questão. No entanto, é importante destacar que os destiladores em uso no PGPV produzem cerca de 10 litros por hora. Assim, considerando que 20 litros possam ser reaproveitados diariamente, os benefícios incluem a economia energética

e a redução do consumo de água, evidenciando-se como uma solução sustentável eficiente.

5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo ressaltou a necessidade da adoção de estratégias para a implantação de um sistema de gestão energética em instituições públicas de ensino superior, exemplificado pela proposta de ações a serem implantadas na Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

A proposta para substituição de equipamentos de refrigeração e luminárias por alternativas mais eficientes, com o reaproveitamento da água dos drenos de ar-condicionado, não apenas fomenta a sustentabilidade ambiental, mas também pode oferecer a perspectiva de uma economia financeira a curto e médio prazo. Tais economias podem impulsionar a implementação de práticas similares ou a promover investimentos em outras áreas que são prioritárias na instituição. Investimentos em tecnologia e infraestrutura, aliados à promoção da conscientização e da educação da comunidade acadêmica acerca de práticas de consumo responsável, são essenciais para o sucesso de uma gestão energética eficaz.

A instituição de uma Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) na UAST é essencial para liderar e sincronizar esforços para promoção da eficiência energética na instituição, principalmente quando alinhados com a NBR ISO 50001. Além disso, quando a instituição promove ações de eficiência energética, ela também se alinha com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, como o ODS 7 (Energia Acessível e Limpa) ao promover a eficiência energética, o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) ao educar sobre consumo responsável e o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) ao reduzir o consumo de energia e mitigar as mudanças climáticas.

Documentos institucionais, como o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) e o Plano de Logística Sustentável (PLS), enfatizam a responsabilidade socioambiental da instituição. Estes não devem limitar-se à transmissão de informações, mas precisam ser transformados em ações práticas que mobilizem a comunidade acadêmica a produzir resultados tangíveis. A implantação de um sistema de gestão energética na UAST transcende a perspectiva econômica, representando o

compromisso da UFRPE com a educação sustentável e a responsabilidade ambiental. A manutenção desse compromisso assegura que a sustentabilidade beneficie não somente a UAST e a UFRPE, mas também a sociedade em geral.

Para trabalhos futuros, pretende-se examinar como as ações iniciais tomadas pela UAST contribuíram para a melhoria do setor avaliado. Com a instalação dos medidores trifásicos, será possível compreender melhor os padrões de consumo, o que permitirá análises mais precisas e aprimoramento dos indicadores, o que poderá também facilitar a identificação de novas oportunidades de melhoria.

REFERÊNCIAS

- ABNT, A. B. D. N. T. **NBR ISO 50001: Sistemas de gestão de energia- Requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro-RJ: ABNT, 2018.
- ALMOGBEL, A. *et al.* Comparison of energy consumption between non-inverter and inverter-type air conditioner in Saudi Arabia. **Energy Transitions**, Riade, v. 4, n. 2, p. 191–197, 2020.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO 50006: Sistemas de gestão de energia — Medição do desempenho energético utilizando linhas de base energética (LBE) e indicadores de desempenho energético (IDE) — Princípios gerais e orientações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2016. 36 p.
- ALTOÉ, L. *et al.* Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. **Estudos Avançados**, São Paulo-SP, v. 31, p. 285–297, 2017.
- BASSANI, M. L.; OSORIO, R. S. A proteção ambiental como efeito indireto do sistema de gestão de energia ISO 50001. **Revista de Direito Internacional**, Brasília-DF, v. 14, n. 3, p. 106–121, 2017.
- BATISTA, A. S. **A responsabilidade socioambiental em instituições públicas: Um estudo de caso para a Unidade Acadêmica de Serra Talhada da Universidade Federal Rural de Pernambuco**. 2019. Recife-PE, 2019. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/8137>. Acesso em: 5 jan. 2024.
- BATLLE, E. A. O.; PALÁCIO, J. C. E.; LORA, E. S. **Modelo de Gestão Energética para a Diminuição do Consumo Energético e Impactos Ambientais de Instituições de Educação Superior “IES”: Estudo de Caso Universidade Federal de Itajubá**. 2015. Itajubá-MG, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/handle/123456789/363>. Acesso em: 23 ago. 2022.
- BAVARESCO, M. V. *et al.* Aspectos impactantes no desempenho energético de habitações de interesse social brasileiras: revisão de literatura. **Ambiente Construído**, Porto Alegre-RS, v. 21, p. 263–292, 2020.
- BRASIL, C. (1988). **A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal, 2016. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf. Acesso em: 17 set. 2023.
- BRUNDTLAND, G. H. *et al.* **Our Common Future: The World Commission on Environment and Development**. Oxford: Oxford University Press, 1987.
- CAMARGOS, C. D. S.; MARTINS, F. P. RESÍDUOS SÓLIDOS: ABORDAGEM GERAL. *In*: MARTINS, F. P.; CURY, R. B. **Geografia e Meio Ambiente**. 1. ed. Ponta Grossa - PR: Atena Editora, 2021. p. 180–192. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/post-ebook/3810>. Acesso em: 7 out. 2023.

CASADO, F. L.; ZAMPIERI, N. L. V.; SILUK, J. C. M. Programa de promoção da universidade empreendedora para o desenvolvimento regional sustentável. **Atos do Congresso Responsabilidade e Reciprocidade**, Recanto Maestro-RS, 2011.

CECILIO SILVA, W.; DINIZ OLIVEIRA, R.; ROMAGNOLI SILVEIRA LIMA, F. Análise energética de condicionadores convencionais e inverter em habitações não adaptadas ao clima. **E&S Engineering and Science**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 1–21, 2023.

COELHO, C. de P. G. **Diretrizes gerais para gestão dos recursos hídricos em edifícios públicos localizados em regiões de vulnerabilidade hídrica**. 2019, 124 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE (Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/8310>. Acesso em: 11 jul. 2022.

COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – SUBCOMISSÃO RIO+20 CMADS. **Relatório RIO+20**. Rio de Janeiro-RJ: [s. n.], 2013. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1081500&filename=REL+1/2013+CMADS#:~:text=Por%20proposta%20do%20Pnuma%2C%20foi,formas%20de%20coopera%C3%A7%C3%A3o%20entre%20ambos. Acesso em: 5 mar. 2023.

DIAS, R. **Gestão Ambiental - Responsabilidade Social e Sustentabilidade**. 3. ed. São Paulo-SP: Atlas, 2017. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597011159/>. Acesso em: 14 jan. 2024.

EL MAJATY, S.; TOUZANI, A.; KASSEH, Y. Results and perspectives of the application of an energy management system based on ISO 50001 in administrative buildings - case of Morocco. **Materials Today: Proceedings**, Morocco, v. 72, p. 3233–3237, 2023.

FERNANDES, D. R. O modelo de excelência em Gestão Pública: Uma ferramenta do privado para bem administrar o público. Niterói-RJ, 2009.

FICHERA, A.; VOLPE, R.; CUTORE, E. Energy performance measurement, monitoring and control for buildings of public organizations: Standardized practises compliant with the ISO 50001 and ISO 50006. **Developments in the Built Environment**, [s. l.], v. 4, p. 100024, 2020.

GUPTA, P.; ANAND, S.; GUPTA, H. Developing a roadmap to overcome barriers to energy efficiency in buildings using best worst method. **Sustainable Cities and Society**, India, v. 31, p. 244–259, 2017.

IEA - International Energy Agency. **Tax deductions for building renovations**. Germany: IEA, 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/policies/11633-tax-deductions-for-building-renovations>. Acesso em: 4 jan. 2024.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Guia para iluminação pública - vol. 1**. Brasília-DF, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/cartilhas/guia-ip-vol1.pdf/view>. Acesso em: 25 fev. 2024.

MA, H. *et al.* Analysis of typical public building energy consumption in northern China. **Energy and Buildings**, Beijing, v. 136, p. 139–150, 2017.

OLIVEIRA, L. R. D. *et al.* Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações. **Produção**, Niterói-RJ, v. 22, n. 1, p. 70–82, 2011.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável | As Nações Unidas no Brasil**. Brasília-DF: Casa ONU Brasil, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>, <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>. Acesso em: 8 mar. 2023.

PÉREZ-LOMBARD, L.; ORTIZ, J.; VELÁZQUEZ, D. Revisiting energy efficiency fundamentals. **Energy Efficiency**, Seville, Spain, v. 6, n. 2, p. 239–254, 2013.

ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos Avançados**, São Paulo SP, v. 26, p. 65–92, 2012.

ROSA, G. M. da *et al.* Aspectos relativos às tecnologias empregadas na geração de energias limpas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis - SC, v. 9, n. 3, p. 127–149, 2020.

SACHS, I. **Caminhos Para o Desenvolvimento Sustentavel**. Rio de Janeiro-RJ: Garamond, 2009.

SAIDEL, M. A.; FAVATO, L. B.; MORALES, C. Indicadores Energéticos e Ambientais: Ferramenta Importante na Gestão da Energia Elétrica. São Paulo-SP, p. 6, 2005.

SANTOS, C. A. R. dos. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos na perspectiva das Políticas Públicas ambientais: Um olhar na Universidade Federal de Sergipe – Campus São Cristóvão**. 2014, 192 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Faculdade de Ciências da Administração de Pernambuco, Gestão do Desenvolvimento Local Sustentável.

SANTOS, P. G. Políticas públicas ambientais: gerenciamento de resíduos sólidos no Distrito Federal/ Public environmental policies: Distrito Federal's solid waste management. **Universitas Jus**, Brasília - DF, v. 22, n. 2, 2011. Disponível em: <https://uniceub.emnuvens.com.br/jus/article/view/1540>. Acesso em: 5 jan. 2024.

SANZ-MAGALLÓN REZUSTA, G. *et al.* Eficiencia energética en escuelas españolas como indicador de competencia de gestión económica: Diferencias entre centros públicos y privados. **Gestión y política pública**, Ciudad de México, v. 29, n. 2, p. 387–411, 2020.

SCHENINI, P. *et al.* Agenda 21 - Ferramenta para a elaboração de políticas públicas de desenvolvimento sustentável. [s. l.], 2007.

SCHENINI, P. C.; NASCIMENTO, D. T. do. Gestão pública sustentável. **Revista de Ciências da Administração**, [s. l.], p. 101–115, 2002.

SILVA, O. A. V. de O. L. da; NETO, J. M. M.; LIRA, M. A. T. Análise envoltória de dados para a gestão energética em instituições de ensino superior multicampi. **Brazilian Journal of Environmental Sciences (Online)**, [s. l.], n. 50, p. 78–96, 2018.

SILVA, W. C.; OLIVEIRA, R. D.; LIMA, F. R. S. Análise energética de condicionadores convencionais e inverter em habitações não adaptadas ao clima. **E&S Engineering and Science**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 1–21, 2023.

SILVEIRA, P. G. Energia e mudanças climáticas: impactos socioambientais das hidrelétricas e diversificação da matriz energética brasileira. **Opinião Jurídica**, [s. l.], v. 17, n. 33, p. 123–147, 2018.

SIMAS, M.; PACCA, S. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estudos Avançados**, Brasília-DF, v. 27, n. 77, p. 99–116, 2013.

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco. **Apresentação - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**. Recife, PE: UFRPE, 2023a. Disponível em: <https://www.ufrpe.br/br/content/apresenta%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 30 mar. 2023.

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco. **Plano de Desenvolvimento Institucional da UFRPE 2021 – 2030**. Recife, PE: PROPLAN/UFRPE, 2021. Disponível em: <http://ww2.proplan.ufrpe.br/sites/ww2.proplan.ufrpe.br/files/PDI-UFRPE-2021-2030.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2022.

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco. **Plano de Gestão de Logística Sustentável**. Recife, PE: PROPLAN/UFRPE, 2022a. Disponível em: <http://www.proplan.ufrpe.br/sites/ww2.proplan.ufrpe.br/files/PLS-final%20VERS%C3%83O%20FINAL.pdf>. Acesso em: 29 set. 2023.

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco. **Relatório Anual de Acompanhamento do Plano de Gestão de Logística Sustentável (PLS) da Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE**. Recife, PE: PROPLAN/UFRPE, 2022b. Disponível em: http://ww2.proplan.ufrpe.br/sites/ww2.proplan.ufrpe.br/files/RELAT%C3%93RIO%20DO%20PLANO%20DE%20LOG%C3%8DSTICA%20SUSTENT%C3%81VEL%20DE%202019_0.pdf. Acesso em: 15 jul. 2022.

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco. **Relatório de Gestão do exercício de 2022**. Recife, PE: PROPLAN/UFRPE, 2023b. Disponível em: <http://ww2.proplan.ufrpe.br/sites/ww2.proplan.ufrpe.br/files/RELAT%C3%93RIO%20>

DE%20GEST%C3%83O%202022%2009-02-2023_img_VERS%C3%83O%20FINAL2_0.pdf. Acesso em: 29 mar. 2023.

VALLE, L. S.; CABRERA, D. A. Q.; WONG, E. Y. F. Eficiencia energética en edificios de oficinas mediante tecnología de iluminación LED y parque solar FV. **Ingeniería Energética**, La Habana, Cuba, v. 42, n. 2, p. 69–80, 2021.

VIANA, T. M.; FREITAS, R. R. de; TOSTA, M. de C. R. Análise da Gestão Energética Conforme a ISO 50001: Um Estudo Bibliométrico. **Brazilian Journal of Production Engineering**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 141–154, 2017.

WOLTER, A. P.; VELHO, A. da S. Gestão Pública no Brasil: Desafios e Perspectivas. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, São Paulo-SP, v. 02, n. 02, p. 18–27, 2020.

ANEXOS

ANEXO A – CIRCUITOS DE ILUMINAÇÃO DO BLOCO 1

BLOCO 1					
CIRCUITOS		LOCAL	PONTOS	POTENCIA (W)	TOTAL (W)
Nº	TIPO				
1	Iluminação	Sala 1	16	18	288 w
		Sala 2	16	18	288 w
		Sala 3	16	18	288 w
		Sala 4	16	18	288 w
		Coordenação dos cursos	24	18	432 w
		Sala 6	16	18	288 w
		Sala 7	16	18	288 w
2		Sala 8	16	18	288 w
		Sala 9	16	18	288 w
		Sala 10	20	18	360 w
3		Sala 11	16	18	288 w
4		Sala 12	16	18	288 w
5	Sala 13	16	18	288 w	
6	Sala 14	16	18	288 w	
7	Sala 15	20	18	360 w	
8	Sala da Psicóloga	2	18	36 w	
9	Apoio didático	8	18	144 w	
10	COGEST	6	18	108 w	
11	Corredores, banheiros e rampas	63	18	1.134 w	
12	Corredores, banheiros e rampas	12	9	108 w	
TOTAL					6,14 kw

Fonte: SEMAN (2023)

ANEXO B – CIRCUITOS DE ILUMINAÇÃO DO BLOCO 2

BLOCO 2					
CIRCUITOS		LOCAL	PONTOS	POTENCIA (W)	TOTAL (W)
Nº	TIPO				
1	Iluminação	Sala 1	16	18	288 w
		Sala 2	16	18	288 w
		Sala 3	16	18	288 w
		Sala 4	16	18	288 w
		Sala 5	20	18	360 w
		Sala 6	16	18	288 w
		Sala 7	16	18	288 w
2		Sala 8	16	18	288 w
		Sala 9	16	18	288 w
		Sala 10	20	18	360 w
3		Sala 11	16	18	288 w
4		Sala 12	16	18	288 w
5		Sala 13	16	18	288 w
6		Sala 14	16	18	288 w
7		Sala 15	20	18	360 w
8	Psicologia - NAPS	2	18	36 w	
9	NAPS	8	18	144 w	
10	Saúde e segurança ocupacional	8	18	144 w	
11	Corredores, banheiros e rampas	60	18	1.080 w	
12	Rampa acessibilidade	6	9	54 w	
TOTAL					5,99 kw

Fonte: SEMAN (2023)

ANEXO C – CIRCUITOS DE ILUMINAÇÃO DO BLOCO 3

BLOCO 3					
CIRCUITOS		LOCAL	PONTOS	PONTENCIA (W)	TOTAL (W)
Nº	TIPO				
1	Iluminação	Sala 1	16	18	288 w
		Sala 2	16	18	288 w
		Sala 3	16	18	288 w
		Sala 4	16	18	288 w
		Sala 5	20	18	360 w
		Sala 6	16	18	288 w
		Sala 7	16	18	288 w
2		Sala 8	16	18	288 w
		Sala 9	16	18	288 w
		Sala 10	20	18	360 w
3		Sala 11	16	18	288 w
4		Sala 12	8	18	144 w
5		Sala 13	8	18	144 w
6		Sala 14	8	18	144 w
7		Sala 15	8	18	144 w
		Sala 16	8	18	144 w
		Sala 17	8	18	144 w
		Sala 18	20	18	360 w
8		PIBID	8	18	144 w
9		PET	8	18	144 w
10		CADDEPE	2	18	36 w
11	Corredores, banheiros e rampas	64	18	1.152 w	
12	Rampa acessibilidade	12	9	108 w	
TOTAL					6,12 kw

Fonte: SEMAN (2023)

ANEXO D – CIRCUITO DE ILUMINAÇÃO EXTERNA 2

ILUMINAÇÃO EXTERNA					
CIRCUITOS		LOCAL	PONTOS	PONTENCIA (W)	TOTAL (W)
1	Iluminação	Área externa	18	283	5.094 w
TOTAL					5,09 kw

Fonte: SEMAN (2023)

ANEXO E – CIRCUITOS DE ILUMINAÇÃO PGPV

PGPV					
CIRCUITOS		LOCAL	PONTOS	POTENCIA (W)	TOTAL (W)
Nº	TIPO				
1		Recepção	12	18	216 w
		Secretária	2	18	36 w
		Coordenação	4	18	72 w
		Laboratório 1	4	18	72 w
		Laboratório 2	4	18	72 w
		WC	2	18	36 w
		Copa	4	18	72 w
2	Iluminação	Almoxarifado	4	18	72 w
		Sala de estudo individual	2	18	36 w
		Sala dos reagentes (Almox. 2)	2	18	36 w
		externa	2	18	36 w
		Laboratório 3	12	18	216 w
		Sala das câmaras de crescimento	2	18	36 w
		Hall de entrada	6	18	108 w
		Laboratório 4	4	32	128 w
		Lateral/casa de gases	1	18	18 w
TOTAL					1,26 kw

Fonte: SEMAN (2023)

APÊNDICES

APÊNDICE A: APARELHOS DE AR-CONDICIONADO DO BLOCO 1

BLOCO 1						
TIPO	PAVIMENTO	PATRIMÔNIO NOVO	MARCA	MODELO	CAPACIDADE	LOCAL
ACJ	Térreo	69385	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 01
ACJ	Térreo	69386	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 01
ACJ	Térreo	69077	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 02
ACJ	Térreo	69078	Gree	GJ 18 22LM/C	18.000 Btu/h	Sala 02
ACJ	Térreo	Não se aplica	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 03
ACJ	Térreo	68403	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 03
ACJ	Térreo	69322	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 04
ACJ	Térreo	69323	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 04
ACJ	Térreo	69115	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Topografia
ACJ	Térreo	69116	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Topografia
ACJ	Térreo	64952	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Psicologia
ACJ	1º Andar	68940	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 06
ACJ	1º Andar	68939	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 06
ACJ	1º Andar	68290	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 07
ACJ	1º Andar	68291	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 07
ACJ	1º Andar	69223	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 08
ACJ	1º Andar	69224	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 08
ACJ	1º Andar	Não se aplica	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 09
ACJ	1º Andar	68889	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 09
ACJ	1º Andar	68196	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 10
ACJ	1º Andar	68195	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 10
ACJ	1º Andar	68561	Gree	GJ1822LM/C	18.0000Btu/h	Apoio 1
ACJ	1º Andar	69312	Gree	GJ1822LM/C	18.0000Btu/h	Apoio 1
ACJ	2º Andar	66753	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 11

ACJ	2° Andar	66754	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 11
ACJ	2° Andar	68764	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 12
ACJ	2° Andar	68763	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 12
ACJ	2° Andar	68115	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 13
ACJ	2° Andar	68116	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 13
ACJ	2° Andar	63750	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 14
ACJ	2° Andar	63751	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 14
ACJ	2° Andar	63792	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 15
ACJ	2° Andar	63775	Gree	GJ2122LM /C	21.000 Btu/h	Sala 16
Split Hi-Wall	2° Andar	Não se aplica	Midea	42AFFCI18S5 /38TFCI18S5	18.000 Btu/h	Sala 15
Split Hi-Wall	2° Andar	Não se aplica	Midea	42AFFCI18S5 /38TFCI18S5	18.000 Btu/h	Coordenação de Cursos
ACJ	2° Andar	68949	Gree	GJ 18 22LM/C	18.0000Btu/h	COGEST
ACJ	2° Andar	68301	Gree	GJ2122LM /C	18.000 Btu/h	COGEST

APÊNDICE B: APARELHOS DE AR-CONDICIONADO DO BLOCO 2

BLOCO 2						
TIPO	PAVIMENTO	PATRIMÔNIO NOVO	MARCA	MODELO	CAPACIDADE FRIGORÍFICA	LOCAL
ACJ	Térreo	66567	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 01
ACJ	Térreo	66568	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 01
ACJ	Térreo	65542	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 02
ACJ	Térreo	65541	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 02
ACJ	Térreo	66560	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 03
ACJ	Térreo	66561	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 03
ACJ	Térreo	65592	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 04
ACJ	Térreo	65593	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 04
ACJ	Térreo	66572	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 05
ACJ	Térreo	66571	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 05
ACJ	Térreo	73252	Eletrólux	EM10-F	10.000 Btu/h	CADDEP
ACJ	1° Andar	63756	Elgin	ERF-21000-220V	21.000 Btu/h	Sala 06

ACJ	1° Andar	63782	Elgin	ERF-21000-220V	21.000 Btu/h	Sala 06
ACJ	1° Andar	65361	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 07
ACJ	1° Andar	68302	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 07
ACJ	1° Andar	66413	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 08
ACJ	1° Andar	66412	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 08
ACJ	1° Andar	66347	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 09
ACJ	1° Andar	66340	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 09
ACJ	1° Andar	65285	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 10
ACJ	1° Andar	65286	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 10
ACJ	1° Andar	68057	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	NAPS
ACJ	1° Andar	68058	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	NAPS
ACJ	2° Andar	62551	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Laboratório
ACJ	2° Andar	62550	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Laboratório
ACJ	2° Andar	63796	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Laboratório
ACJ	2° Andar	65131	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Laboratório
ACJ	2° Andar	65518	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Laboratório
ACJ	2° Andar	65517	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Laboratório
ACJ	2° Andar	65251	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Laboratório
ACJ	2° Andar	65252	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Laboratório
ACJ	2° Andar	66287	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 15
ACJ	2° Andar	66288	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 15
ACJ	2° Andar	66470	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Biblioteca
ACJ	2° Andar	66471	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Biblioteca

APÊNDICE C: APARELHOS DE AR-CONDICIONADO DO BLOCO 3

BLOCO 3						
TIPO	PAVIMENTO	PATRIMÔNIO NOVO	MARCA	MODELO	CAPACIDADE FRIGORÍFICA	LOCAL
ACJ	Térreo	64011	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 01
ACJ	Térreo	64012	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 01
ACJ	Térreo	Não se aplica	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 02
ACJ	Térreo	Não se aplica	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 02
ACJ	Térreo	64052	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 03
ACJ	Térreo	64051	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 03
ACJ	Térreo	Não se aplica	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 04
ACJ	Térreo	Não se aplica	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 04
ACJ	Térreo	64102	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 05
ACJ	Térreo	64103	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 05
ACJ	Térreo	66810	Gree	GJ 18 22LM/C	18.0000 Btu/h	Apoio 2
ACJ	1º Andar	Não se aplica	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 06
ACJ	1º Andar	Não se aplica	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 06
ACJ	1º Andar	64160	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 07
ACJ	1º Andar	64161	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 07
ACJ	1º Andar	Não se aplica	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 08
ACJ	1º Andar	Não se aplica	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 08
ACJ	1º Andar	64243	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 09
ACJ	1º Andar	64242	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 09
ACJ	1º Andar	64249	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 10
ACJ	1º Andar	64250	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 10
ACJ	1º Andar	64364	Gree	GJ21-22LM/C	10.500 Btu/h	PET
ACJ	1º Andar	64363	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	PET
ACJ	2º Andar	68723	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 11
ACJ	2º Andar	68722	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 11
ACJ	2º Andar	Não se aplica	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 12
ACJ	2º Andar	Não se aplica	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 13
ACJ	2º Andar	64305	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 14
ACJ	2º Andar	64304	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 15
ACJ	2º Andar	64333	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 16
ACJ	2º Andar	64332	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 17
ACJ	2º Andar	Não se aplica	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 18
ACJ	2º Andar	Não se aplica	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala 18
ACJ	2º Andar	64916	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	COGESTI
ACJ	2º Andar	64915	Gree	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	COGESTI

APÊNDICE D: APARELHOS DE AR-CONDICIONADO DO PGPV

MESTRADO - PGPV						
TIPO	PAVIMENTO	PATRIMÔNIO NOVO	MARCA	MODELO	CAPACIDADE FRIGORÍFICA	LOCAL
ACJ	Térreo	Não se aplica	Midea	42AFFCI18S5 /38TFCI18S5	18.000 Btu/h	Secretaria
ACJ	Térreo	Não se aplica	Elgin	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Recepção
ACJ	Térreo	Não se aplica	Midea	42AFFCI18S5 /38TFCI18S5	18.000 Btu/h	Copa
ACJ	Térreo	Não se aplica	Midea	42AFFCI18S5 /38TFCI18S5	18.000 Btu/h	Laboratório 1
ACJ	Térreo	69783	Elgin	EM10-F	10.000 Btu/h	Laboratório 1
ACJ	Térreo	Não se aplica	Midea	42AFFCI18S5 /38TFCI18S5	18.000 Btu/h	Laboratório 2
ACJ	Térreo	Não se aplica	Midea	42AFFCI18S5 /38TFCI18S5	18.000 Btu/h	Laboratório 3
ACJ	Térreo	Não se aplica	Midea	42AFFCI18S5 /38TFCI18S5	18.000 Btu/h	Laboratório 3
ACJ	Térreo	63789	Elgin	GJ21-22LM/C	21.000 Btu/h	Sala do FITOTRON
ACJ	Térreo	73553	Elgin	EM10-F	10.000 Btu/h	Sala de Coordenação
ACJ	Térreo	73563	Elgin	EM10-F	10.000 Btu/h	Laboratório de Agrometeorologia
ACJ	Térreo	67421	Elgin	EM10-F	10.000 Btu/h	Sala de Reagentes

APÊNDICE E: CONSUMO ESTIMADO BLOCO 1: CATEGORIA “OUTROS”

BLOCO 1			
Tipo	Quantidade	Consumo (KWh/ano)	Percentual (%)
Geladeiras	3,0	1.380,00	14,42%
Impressoras	3,0	49,45	0,52%
Bebedouros	6,0	691,20	7,22%
Micro-ondas e Fornos	3,0	212,69	2,22%
Servidores de Internet	6,0	5.736,00	59,92%
Projetores	14,0	1.503,86	15,71%
TOTAL		9.573,20 KWh/ano	100%

APÊNDICE F: CONSUMO ESTIMADO BLOCO 2: CATEGORIA “OUTROS”

BLOCO 2			
Tipo	Quantidade	Consumo (KWh/ano)	Percentual (%)
Geladeiras	2,0	720,00	11,33%
Impressoras	1,0	10,79	0,17%
Bebedouros	4,0	345,60	5,44%
Cafeteira	1,0	199,20	3,14%
Servidores de Internet	5,0	3.108,00	48,92%
Projetores	15,0	1.969,30	31,00%
TOTAL		6.352,89 KWh/ano	100%

APÊNDICE G: CONSUMO ESTIMADO BLOCO 3: CATEGORIA “OUTROS”

BLOCO 3			
Tipo	Quantidade	Consumo (KWh/ano)	Percentual (%)
Bebedouros	1,0	172,80	4,38%
Micro-ondas	3,0	373,50	9,46%
Servidores de Internet	1,0	2628,00	66,56%
Projetores	17,0	774,14	19,61%
TOTAL		3.948,44 KWh/ano	100%

APÊNDICE H: CONSUMO ESTIMADO PGPV: CATEGORIA “OUTROS”

PGPV			
Tipo	Quantidade	Consumo (KWh/ano)	Percentual (%)
Liquidificador	1,0	15,56	0,40%
Geladeira Duplex	1,00	660,00	16,87%
Geladeira Pequena	2,00	720,00	18,40%
Freezer	2,00	1368,00	34,96%
Servidores De Internet	1,0	1083,15	27,68%
Micro-ondas	1,0	66,40	1,70%
TOTAL		3.948,44 KWh/ano	100%

APÊNDICE I: ESTIMATIVA DE CONSUMO DE EQUIPAMENTO DE POTÊNCIA CONSTANTE

EQUIPAMENTOS DE POTÊNCIA CONSTANTE	
Tipo do Equipamento	Cálculo do Consumo
<p>• Lâmpadas: Foram incluídas as lâmpadas de LED e lâmpadas de vapor metálico, acompanhadas de seus respectivos reatores;</p> <p>Aparelhos eletrônicos: A variação de consumo em função do tempo é mínima, sendo considerada constante para fins de estimativa, foram incluídas nesta categoria: computadores, monitores, projetores e servidores de internet.</p>	$C \text{ (KWh)} = \left(\frac{P \text{ (W)}}{1000} \right) \cdot (T \text{ (h)})$ <p>Onde:</p> <p>C: Consumo;</p> <p>P: Potência elétrica do equipamento;</p> <p>T: Tempo de uso.</p>

APÊNDICE J: ESTIMATIVA DE CONSUMO DE EQUIPAMENTO DE POTÊNCIA VARIÁVEL

EQUIPAMENTOS DE POTÊNCIA VARIÁVEL	
Aparelhos refrigeração: Aparelhos de ar-condicionado, geladeiras e freezers.	Coefficiente de consumo em KWh/mês, obtido a partir de ensaios do INMETRO.
Equipamentos de Laboratório: Foram incluídas nesta categoria estufas, câmaras de crescimento, e destiladores.	Coefficiente obtido através de medição direta, gerando um coeficiente em KWh ou KWh/mês.
Equipamentos Eletrodomésticos: Liquidificadores, cafeteiras, fornos e aparelhos de micro-ondas.	$C \text{ (KWh)} = \left(\frac{P \text{ (W)}}{1000} \right) \cdot (T_1 \text{ (h)})$ <p>Onde:</p> <p>C: Consumo;</p> <p>P: Potência elétrica do equipamento;</p> <p>T: Tempo de uso do equipamento obtido na tabela da COPEL (2017).</p>

APÊNDICE K: ESTIMATIVA DO TEMPO DE USO DAS INSTALAÇÕES

ESTIMATIVA DO TEMPO DE USO DAS INSTALAÇÕES	
Salas de Aula/ laboratórios de informática	Foi considerado o tempo de uso, de acordo com os dias letivos do ano; Considerando o uso de cada sala, dados obtidos através de consulta ao apoio didático.
Setores administrativos e Equipamentos PGPV	Foi considerando o tempo de acordo com a previsão informada no setor.

APÊNDICE L: SISTEMA PROPOSTO PARA SUBSTITUIÇÃO DOS APARELHOS DE AR-CONDICIONADO DE 21000 BTUS DO TIPO ACJ

SISTEMA PROPOSTO PARA SUBSTITUIÇÃO DOS APARELHOS DE AR-CONDICIONADO DE 21000 BTUS DO TIPO ACJ	
Tipo	Ar-Condicionado Split Inverter 22.000
Modelo de Referência	Springer Carrier Ltda 42AFVCH22S5 38TVCC22S5
Potência	1.997,35 W
Capacidade	22.000 BTUs
Cotação 1	R\$ 4.339,00
Cotação 2	R\$ 4.499,00
Cotação 3	R\$ 5.318,10
Custo unitário médio	R\$ 4.718,70
Custo de instalação	R\$ 510,22. Composição ORSE 13275 DEZ/2023 + 25 % BDI
Custo Total Unitário	R\$ 5.228,98
Quantidade	101 unidades
Investimento	R\$ 528.126,98

APÊNDICE M: SISTEMA PROPOSTO PARA SUBSTITUIÇÃO DOS APARELHOS DE AR-CONDICIONADO DE 18000 BTUS

SISTEMA PROPOSTO PARA SUBSTITUIÇÃO DOS APARELHOS DE AR-CONDICIONADO DE 18000 BTUS DO TIPO ACJ/SPLIT	
Tipo	Ar-Condicionado Split Inverter 18.000
Modelo de Referência	Daikin Split hi-wall FTKP18Q5VL RKP18Q5VL
Potência	1480 W
Capacidade	18.000 BTUs
Cotação 1	R\$ 3.381,05
Cotação 2	R\$ 3.199,00
Cotação 3	R\$ 3.500,10
Custo unitário médio	R\$ 3.360,05
Custo de instalação	R\$ 431,22. Composição ORSE 13274 DEZ/2023 +25% BDI
Custo Total Unitário	R\$ 3.791,47
Quantidade	13 unidades
Investimento	R\$ 49.289,11

APÊNDICE N: SISTEMA PROPOSTO PARA SUBSTITUIÇÃO DOS APARELHOS DE AR-CONDICIONADO DE 10000 BTUS DO TIPO ACJ

SISTEMA PROPOSTO PARA SUBSTITUIÇÃO DOS APARELHOS DE AR-CONDICIONADO DE 10000 BTUS DO TIPO ACJ	
Tipo	Ar-Condicionado Split Inverter 9000
Modelo de Referência	AR09CVHZAWKNAZ / AR09CVHZAWKXAZ
Potência	940 W
Capacidade	9.000 BTUs
Cotação 1	R\$ 2.089,00
Cotação 2	R\$ 2.151,66
Cotação 3	R\$ 2.553,22
Custo unitário médio	R\$ 2.264,63
Custo de instalação	R\$ 393,75. Composição ORSE 13271 DEZ/2023 + 25 % BDI
Custo Total Unitário	R\$ 2.658,38
Quantidade	5 unidades
Investimento	R\$ 13.291,90

APÊNDICE O: PROPOSTA DE AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

ORÇAMENTO EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO	
Medidores Trifásicos	
Tipo do Medidor	Trifásico wi-fi 200A
Modelo de Referência	SM-3W + 3 Tcs Janela
Quantidade	4 unidades
Cotação 1	R\$ 1.199,99
Cotação 2	R\$ 1.229,99
Cotação 3	R\$ 1.199,99
Custo unitário médio	R\$ 1.209,99
Custo de instalação	R\$ 0,00, A universidade possui uma equipe de manutenção já contratada que pode realizar a instalação.
Custo	R\$ 4.839,96
Medidores monofásicos	
Tipo do Medidor	Monofásico 100A
Referência	Monofásico (Fase+Neutro)=220V - Corrente: (máx de 100A - min 0,06A) - Bitola (máx 35)
Quantidade	5 unidades
Cotação 1	126,84
Cotação 2	129,90
Cotação 3	129,45
Custo unitário médio	R\$ 128,73
Custo de instalação	R\$ 0,00, A universidade possui uma equipe de manutenção já contratada que pode realizar a instalação.
Custo	R\$ 643,65

Alicate wattímetro	
Tipo do Medidor	Alicate Wattímetro
Modelo de Referência	ET4055A Minipa
Quantidade	1 unidade
Cotação 1	R\$ 2.231,99
Cotação 2	R\$ 2.024,92
Cotação 3	R\$ 2.155,55
Custo	R\$ 2.137,49

APÊNDICE P: Principais questões abordadas durante as entrevistas não estruturadas

QUESTÕES GERAIS
<ul style="list-style-type: none"> • Você poderia descrever brevemente as principais atividades desenvolvidas no seu setor?
<ul style="list-style-type: none"> • Quantas pessoas trabalham neste setor?
<ul style="list-style-type: none"> • Quais são os horários de funcionamento?
UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> • Quais tipos de equipamentos são mais utilizados em seu setor? (por exemplo, computadores, impressoras, geladeiras, cafeteiras, equipamentos laboratoriais)
<ul style="list-style-type: none"> • Poderia descrever o uso desses equipamentos ao longo do dia?
<ul style="list-style-type: none"> • Há algum equipamento em particular que você considera ser um ponto crítico no consumo de energia elétrica em seu setor? Se sim, qual(is) e por quê?
GESTÃO DO CONSUMO
<ul style="list-style-type: none"> • O setor possui alguma prática para economizar energia elétrica?
<ul style="list-style-type: none"> • O que poderia ser feito para melhorar a eficiência energética no seu setor?
<ul style="list-style-type: none"> • Há alguma tecnologia ou prática que você acredita que poderia ser implementada para reduzir o consumo de energia?