

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

THAYNÁ AYALA DE SOUZA

**PLANO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO CAMPUS MEDIANEIRA DA
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

MEDIANEIRA

2022

THAYNÁ AYALA DE SOUZA

**PLANO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO CAMPUS MEDIANEIRA DA
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**Energy efficiency plan in the Medianeira campus of the federal technological
university of Paraná.**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Elétrica da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Evandro André Konopatzki

Coorientador: Filipe Marangoni

MEDIANEIRA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

THAYNÁ AYALA DE SOUZA

**PLANO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO CAMPUS MEDIANEIRA DA
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Elétrica da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 18/novembro/2022

Evandro André Konopatzki
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Filipe Marangoni
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Alex Lemes Guedes
Mestrado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Cristiane Lionço de Oliveira
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

MEDIANEIRA

2022

Dedico este trabalho a todos que de alguma forma
me ajudaram nesses anos de curso.

AGRADECIMENTOS

São muitas as pessoas que me ajudaram a vencer esse desafio, que me ajudaram da maneira que podiam para que eu não desistisse, que me mantivesse firme e pudesse apreciar o prazer de finalizar esta pesquisa. Mas em especial minha mãe, Michelle Ayala, que esteve ao meu lado em todos esses anos de curso me incentivando, e sendo seu colo a minha procura por conforto e amor.

Aos familiares que mesmo de longe não esqueciam de enviar uma mensagem de apoio e sabedoria. Agradeço também ao meu namorado, Bruno Eduardo, pois acredito que sem seu apoio nos últimos anos eu não venceria este desafio.

Aos amigos que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo que me dediquei a este trabalho.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

Diante do aumento do consumo de energia elétrica nos últimos anos e com a escassez dos recursos hídricos para construção de novas hidrelétricas, as empresas passaram a se preocupar mais com a conservação de recursos energéticos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi um estudo de caso para propor um plano de ação para o sistema de gestão de energia na Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Medianeira. Sua metodologia foi com base na ISO 50.001, no qual analisou-se o perfil energético da universidade, se enquadrando no grupo A com tarifa horo sazonal verde, ou seja, com uma única demanda contratada e com tarifação no consumo ponta e fora ponta. De início pôde-se observar que durante os anos de 2018 e 2019 foram pagas multas por ultrapassagem de demanda, o que acarreta em uma necessidade de ajuste de contrato. Abordando os equipamentos instalados no campus, com foco nos que representam maior consumo como refrigeração, iluminação, motores e eletrônicos, e correlacionando com o consumo de energia faturado, foi possível estimar o consumo em cada bloco. Desta forma foi possível concluir que os blocos que mais consomem energia são o restaurante universitário, bloco A e o bloco L1. Com os dados disponibilizados foi possível encontrar a relação de consumo de energia por aluno no campus, onde pôde-se chegar no indicador no primeiro semestre de 2018 com 40,13 kWh/aluno e no segundo semestre ocorreu aumento do indicador, sendo ele de 41,30 kWh/alunos, esse padrão se repete para 2019 e ainda se instiga que vá repetir em 2022. A partir das análises realizadas chega-se ao plano de ação apresentado para a instituição, com a proposta de se ter um acompanhamento diário do seu consumo de energia, campanha educativa, divulgação periódica dos indicadores e auditorias. Outra proposta entregue foi o painel de indicadores feito na planilha Excel, com a utilização de tabelas dinâmicas para poder analisar os gráficos de consumo de energia, demanda, consumo por bloco, gerenciar os planos de ações e acompanhar o desempenho operacional de cada bloco.

Palavras-chave: conservação de recursos energéticos; iluminação; consumo de energia; desempenho.

ABSTRACT

Faced with the increase in electricity consumption in recent years and the scarcity of water resources for the construction of new hydroelectric plants, companies have become more concerned with the efficient use of their resources. Thus, the objective of this work was a case study to propose an action plan for the energy management system at the Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Medianeira. Its methodology was based on ISO 50.001, in which the energy profile of the university was analyzed, belonging to group A with a seasonal green hourly rate, that is, with a single contracted demand and with charging at peak and off-peak consumption. At first, it was observed that during the years 2018 and 2019 fines were paid for exceeding demand, which leads to a need to adjust the contract. Approaching the equipment installed on the campus, focusing on those that represent greater consumption such as refrigeration, lighting, motors and electronics, and correlating with the billed energy consumption, it was possible to estimate the consumption in each block. In this way, it was possible to conclude that the blocks that consume the most energy are the university restaurant, block A and block L1. With the data available, it was possible to find the energy consumption ratio per student on the campus, where the indicator in the first half of 2018 was reached with 40.13 kWh/student and in the second half there was an increase in the indicator, being it 41.30 kWh/students, this pattern is repeated for 2019 and it is still urged that it will repeat in 2022. Based on the analyzes carried out, the action plan presented to the institution is reached, with the proposal of having a daily monitoring of its energy consumption, educational campaign, periodic dissemination of indicators and audits. Another proposal delivered was the dashboard of indicators made in the Excel spreadsheet, with the use of dynamic tables to be able to analyze the graphs of energy consumption, demand, consumption per block, manage the action plans and monitor the operational performance of each block.

Keywords: conservation of energy resources; lighting; energy consumption; performance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - A família ISO 50.000	19
Figura 2 - Ciclo Plan-Do-Check-Act (PDCA)	21
Figura 3 - Vista de cima UTFPR - Medianeira	22
Figura 4 - Demanda (kW)	29
Figura 5 - Consumo faturado ponta (kWh)	30
Figura 6 - Consumo faturado fora ponta (kWh)	31
Figura 7 - IDE (kWh/aluno).....	32
Figura 8 - Consumo anual dos blocos (MWh)	34
Figura 9 - Painel do Sistema de Gestão de Energia	40
Figura 10 - Base do desempenho operacional.....	41
Figura 11 - Base da gestão de faturas	41
Figura 12 – Acompanhamento dos planos de ações	42
Quadro 1 - Características de Projeto de Poder Público	17
Quadro 2 - Família da ISO 50.000	18
Quadro 3 – Etapas do projeto PEE	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição do USE total	26
Tabela 2 - Quantidade de alunos matriculados por semestre	31
Tabela 3 – Consumo (kWh) no RU	34
Tabela 4 – Consumo (kWh) do bloco A.....	35
Tabela 5 – Consumo (kWh) do bloco L1	36
Tabela 6 - Linha de Base Energética (LBE)	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CICE	Comissão Interna de Eficiência Energética
CONPET	Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e Gás Natural
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
IDE	Indicador de Desenvolvimento Energético
ISO	Organização Internacional de Normalização
LBE	Linha de Base Energética
PDCA	Plan – Do – Check - Act
PEE	Programa de Eficiência Energética
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia
PROPEE	Procedimentos do Programa de Eficiência Energética
ROL	Receita Operacional Líquida
RU	Restaurante Universitário
SGE	Sistema de Gestão de Energia
SIN	Sistema Interligado Nacional
USE	Uso Significativo de Energia
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Eficiência Energética	15
2.1.1	Programa de Eficiência Energética no Brasil	15
2.1.2	Conceitos da ISO 50.001	18
2.2	Indicadores de Eficiência e Monitoramento	20
3	METODOLOGIA	21
3.1	Sistema de Gestão de Energia (SGE)	22
3.1.1	Contexto da Organização	22
3.1.2	Política Energética.....	23
3.2	Planejamento Energético	24
3.2.1	Revisão Energética	24
3.2.2	Indicador de Desempenho Energético (IDE)	25
3.2.3	Linha de Base Energética (LBE)	26
3.2.4	Objetivos e Planejamento.....	27
3.3	Gerenciar o uso e consumo de energia	27
3.4	Avaliação do desempenho e busca por melhoria contínua	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.1	Indicador de Desempenho Energético	29
4.2	Linha de Base Energética (LBE)	36
4.3	Propostas de ações	37
4.4	Implantação do monitoramento	39
4.5	Conformidade com os critérios da COPEL	42
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
	REFERÊNCIAS	45
	APÊNDICE A - Boletim de Excelência Energética	47
	APÊNDICE B - Modelo para documentação do SGE	49

1 INTRODUÇÃO

Segundo o site da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), em julho de 2021 as afluições nas principais bacias hidrográficas do Sistema Interligado Nacional (SIN) estavam entre as mais críticas do histórico, sinalizando um horizonte com reduzida capacidade de produção hidrelétrica e necessidade de acionamento máximo das termoelétricas, tendo como consequência as bandeiras tarifárias, pois as termoelétricas são poluentes e não renováveis.

Desta maneira, a importância por buscar meios que torne o consumo de energia elétrica mais eficiente é uma das principais preocupações do País. A eficiência energética consiste na obtenção do melhor desempenho de uma atividade, utilizando a menor energia possível, sem tirar a segurança e conforto do consumidor.

Conforme determina a Resolução Normativa ANEEL nº 892, as empresas concessionárias ou permissionárias de distribuição de energia elétrica, devem aplicar um percentual mínimo da receita operacional líquida (ROL) em Programas de Eficiência Energética, com o objetivo de promover o uso eficiente e racional de energia elétrica em todos os setores da economia por meio de projetos que demonstrem a importância da viabilidade econômica de ações de combate ao desperdício e de melhoria, processos e uso finais de energia (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA).

Diante disso, na área de concessão do Paraná há o Programa de Eficiência Energética da Copel, que é executado anualmente através das chamadas públicas, por meio do qual são aplicados recursos financeiros em projetos de qualquer classe de consumo.

Dentro do contexto de eficiência energética, foi publicado em junho de 2011 pela International Organization for Standardization (ISO) uma norma que estabelece requisitos de gestão de energia (SGE), com o propósito de estabelecer sistemas e processos necessários para melhorar o desempenho energético (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018).

Diante destes conhecimentos, foi realizado um estudo técnico na universidade com informações obtidas diretamente com a instituição para apresentar um plano de ação que esteja de acordo com as normas acima citadas, e criação de indicadores para monitoramento dos mesmos.

Dessa forma, o objetivo geral dessa pesquisa foi apresentar um Plano de Eficiência Energética para Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Medianeira, com base na ISO 50.001 e o Edital de Eficiência Energética da Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL).

Esse trabalho foi construído através dos seguintes objetivos específicos:

- a) Analisar os dados obtidos, como levantamento de carga, faturas de energia elétrica e quantidade de alunos matriculados.
- b) Verificar a conformidade dos equipamentos instalados aos critérios do Edital de Eficiência Energética da COPEL.
- c) Propor um plano de ações e de monitoramento para melhorar os índices de eficiência energética do campus com a utilização dos critérios da norma ISO 50.001.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como objetivo abordar a base teórica do trabalho. Será retratado a respeito do que é eficiência energética e sua importância, sobre o programa de eficiência energética e uma breve explicação dos seus módulos. Além do conceito da ISO 50.001 e dos indicadores de eficiência energética.

2.1 Eficiência Energética

Com o aumento de demanda de energia e com a escassez de recursos hídricos que as hidrelétricas vêm enfrentando, acaba sendo necessário o acionamento de usinas termelétricas que conseqüentemente aumenta a utilização de combustíveis fósseis e carvão para geração de energia, acarretando em problemas ambientais que assumem uma crescente importância na busca por uma solução para o desenvolvimento sustentável (CIRILO, 2015).

Com isso o conceito de eficiência energética vem ganhando força nos últimos anos. Eficiência energética significa gerar a mesma quantidade de energia com menos recursos, sem deixar o conforto e qualidade de lado. A energia é utilizada em diversos tipos de sistemas, desde lâmpadas, computadores, eletrodomésticos a motores. O mau uso destes equipamentos pode ocasionar desperdícios de energia, por exemplo, um motor operando à vazio, computadores em *stand by*, e no caso das lâmpadas o desperdício acontece na forma de perda de calor quando convertem energia em luz.

Dessa forma, se fez necessário que as empresas se adaptem às mudanças do mercado, investindo recursos e esforços. A preferência por produtos com selos de garantia e eficiência, voltados ao comprometimento com o meio ambiente e o não desperdício, será uma prioridade (SOUZA, LEONELLI, *et al.*, 2009).

2.1.1 Programa de Eficiência Energética no Brasil

A maioria das medidas de eficiência energética vêm sendo aplicadas desde a década de setenta, motivada pela crise do petróleo. Existem no Brasil diversos

mecanismos de incentivos à eficiência energética e conservação de energia, como o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e Gás Natural (Conpet) e o Programa de Eficiência Energética das Concessionárias Distribuidoras de Energia Elétrica (PEE) (SOUZA, LEONELLI, *et al.*, 2009).

Conforme mencionado, as empresas concessionárias de distribuição de energia elétrica devem aplicar um percentual mínimo da receita operacional líquida (ROL) em Programas de Eficiência Energética, segundo regulamento da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA).

O objetivo do PEE é promover o uso eficiente e racional de energia elétrica em todos os setores da economia por meio de projetos que demonstrem a importância e a viabilidade econômica das ações ao combate ao desperdício e melhoria da eficiência energética. O programa de eficiência energética da Copel é executado anualmente e aplica os critérios e procedimentos estabelecido pela ANEEL. Na sequência estão listados todos os módulos necessários para leitura e entendimento dos Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE.

- Módulo 1 - Introdução;
- Módulo 2 - Gestão do Programa;
- Módulo 3 - Seleção e Implantação de Projetos;
- Módulo 4 - Tipologia de Projeto;
- Módulo 5 - Projetos Especiais;
- Módulo 6 - Projetos com Fontes Incentivadas;
- Módulo 7 - Cálculo de Viabilidade;
- Módulo 8 - Medição e Verificação de Resultados;
- Módulo 9 – Avaliação dos Projetos e Programa;
- Módulo 10 – Prestação de Contas.

Poderão participar da chamada pública realizada pela Copel todos os consumidores pessoa jurídica, livres ou cativos, atendidos pela distribuidora (Copel-DIS). Os projetos qualificados são selecionados através de um sistema de qualidade

e preço, as notas atribuídas aos critérios têm soma máxima de 100 pontos (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2020).

Para projetos realizados em poder público, o Quadro 1 (um) a seguir apresenta suas respectivas características.

Quadro 1 - Características de Projeto de Poder Público

Ação	Procedimentos	Implantação	Apoio PEE	Retorno de Investimento ao PEE	Prospecção Preferencial
Melhoria de Instalação	Seção 4.2 do PEE	Contrato de Desempenho Energético (Opcional)	Financiamento Parcial ou Total	Não obrigatório	Chamada Pública de Projetos (Preferencial)
Bônus para equipamento eficiente		Financiamento Parcial (exige contrapartida)			
Aquecimento Solar		Contrato de Desempenho Energético (Opcional)	Financiamento Parcial ou Total		
Geração com Fonte Incentivada		Contrato de Desempenho Energético (Opcional)	Financiamento Parcial ou Total		
Gestão Energética		Contrato de Desempenho Energético (Opcional)			
Reciclagem		Contrato de Desempenho Energético (Opcional)	Financiamento Parcial ou Total		

Fonte: Adaptado de Procedimentos do Programa de Eficiência Energética (Módulo 4)

As ações descritas no PROPEE (2018) como melhoria de instalação, consiste nas trocas e/ou melhoramento do desempenho energético de equipamentos e sistemas da instalação de uso final da energia, como por exemplo, o sistema de iluminação, o condicionamento ambiental e sistemas de refrigeração. Já as ações bônus para equipamento eficiente consiste na troca de equipamentos ineficientes, e a ação aquecimento solar é verificado através de cálculos disponibilizados em planilha pela concessionária.

A gestão energética tem por objetivo melhorar a gestão de uso final de energia, podendo ser essas ações: medidas de conscientização, treinamentos, capacitações, campanhas de mobilização, divulgação de resultado, aquisição ou melhoria do sistema de controle (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2020).

Geração de energia elétrica com fontes incentivadas é uma ação que só pode ser incentivada depois que os diagnósticos energéticos nas instalações do consumidor beneficiado já tiverem sido implementados de acordo com o Módulo 7 – Análise de Viabilidade (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2020).

Além das ações que são abordadas pelos módulos 4,5 ,6 e 7 do PEE, o Módulo 8 (Medição e Verificação de Resultados, 2018) orienta a avaliação dos resultados de ações de eficiência energética. Sendo necessário um processo de análise antes e depois das ações de eficiência energética. Como a eficiência não é medida diretamente, o módulo em questão estabelece requisitos mínimos a observar e orientar para as atividades de medição e verificação.

2.1.2 Conceitos da ISO 50.001

A ISO é uma organização internacional não governamental, que criou em 2011 a ISO 50.001 – Sistema de Gestão de Energia (SGEn). Esta norma tem o intuito de estabelecer processos para a melhoria do desempenho energético, incluindo eficiência energética, uso e consumo de energia e seu gerenciamento de energia. A ISO 50.001 (2011) pode ser aplicada em todos os tipos e tamanhos de organizações, independentemente do tipo de energia utilizado.

Diante da importância do tema abordado pela norma ISO 50.001, foram desenvolvidos normativos adicionais com o objetivo de auxiliar o entendimento e dar suporte à aplicação da ISO 50.001. Este conjunto de normas denominado Família da ISO 50.000 está representada no Quadro 2.

Quadro 2 - Família da ISO 50.000

Norma	Descrição
ISO 50001: 2018	Sistemas de gestão de energia – Requisitos com orientação para uso
ISO 50002: 2014	Diagnósticos energéticos - Requisitos com orientação para uso
ISO 50003: 2016	Requisitos para organismos de auditoria e certificação de sistemas de gestão de energia
ISO 50004: 2016	Guia para implementação, manutenção e melhoria de um sistema de gestão da energia
ISO 50006: 2016	Medição do desempenho energético utilizando linhas de base energética (LBE) e indicadores de desempenho energético (IDE) - Princípios gerais e orientações

Fonte: Adaptado de Sgarbi e Fossa (2016)

A metodologia utilizada pela ISO 50.001 é caracterizada pelo método PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), que é baseada em quatro etapas principais o qual adota a sua estrutura para os processos de melhorias no sistema, visando o contínuo desenvolvimento e desempenho dos resultados que foram obtidos (SGARBI; FOSSA, 2016).

Primeiramente deve-se mapear e entender todo o sistema, conduzir uma revisão energética, identificar os usos significativos da energia, seus indicadores, objetivos, metas e plano de ação. Feito isso, a próxima etapa é colocar em prática o plano de ação desenvolvido na primeira etapa (SGARBI; FOSSA, 2016).

Depois de implementada, deve-se monitorar e avaliar as análises encontradas com a direção do desempenho energético. Por último, é propor ações para os resultados que não foram satisfatórios e colocar em prática as ações para melhoria contínua do desempenho energético da instituição (SGARBI; FOSSA, 2016).

Na Figura 1 se tem uma visão geral do Sistema de Gestão de Energia (SGEn) aplicada junto com sua família.

Figura 1 - A família ISO 50.000



Fonte: Sgarbi e Fossa (2016)

2.2 Indicadores de Eficiência e Monitoramento

Os indicadores de eficiência energética têm o objetivo de apontar pontos de melhoria, desse modo eles auxiliam na escolha de determinadas tecnologias atribuídas as cargas de uso finais. Segundo Neves (2021) os indicadores de desempenho podem ser classificados em três grupos: indicadores globais, específicos e financeiros.

Os indicadores globais apontam a eficiência energética de determinada instalação de forma mais geral e técnica, e os financeiros expressam como os recursos referentes à eficiência energética são distribuídos ao longo da instituição.

Já os indicadores específicos podem ser diversos e ainda possuem derivações, como a quantidade de energia consumida, questões de demanda, eficiência de determinados equipamentos ou setores. A combinação desses indicadores com a norma ISO 50.001, permite uma análise mais aprofundada para encontrar questões de causa e soluções para um órgão mais eficiente (RODRIGUES, 2020).

Para um melhor controle do uso de energia e do índice de desempenho, existem algumas ferramentas de gestão para visualizar e acompanhar esses indicadores, podendo ser da forma mais simples, como planilhas realizadas no software Microsoft Excel, até aplicativos desenvolvidos só para essa finalidade.

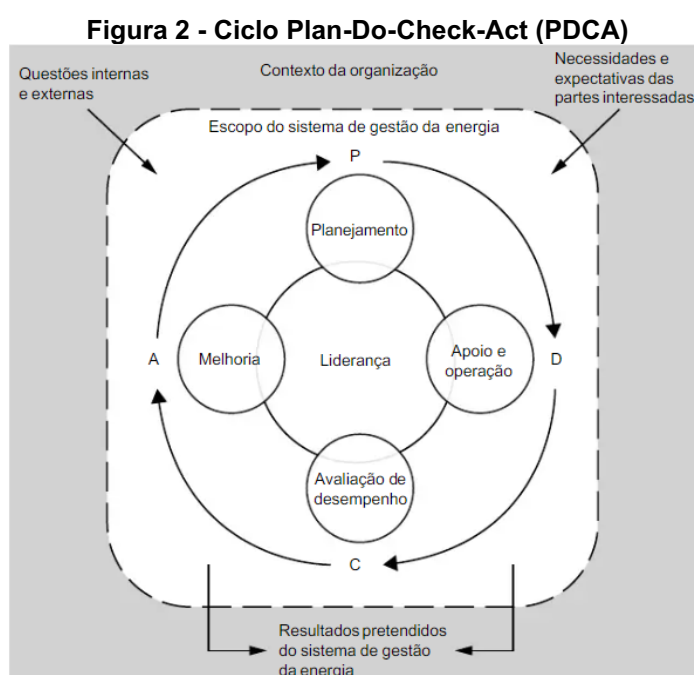
Logo, é relevante conhecer bem as instalações e os processos que utilizam energia elétrica. Para isso, os gestores devem utilizar de ferramentas que os auxiliem, como faturas de energia, monitoramento de consumo e indicadores econômicos (RIBEIRO; SILVA, 2018).

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresentará as etapas e a forma como a pesquisa e a elaboração dos resultados foi delimitada e executada. Além disso, este trabalho apresenta um estudo descritivo das características do sistema de gestão de energia na Instituição Pública de Ensino Superior, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Medianeira. Possui também uma natureza prática com o intuito de ser a base para os próximos estudos, e utilizou-se dados quantitativos como o levantamento de equipamentos que consomem energia, a potência de cada um, e número de alunos matriculados nos anos de 2018 a 2022.

A pesquisa consiste na análise dos dados e aplicação dos conhecimentos sobre a ISO 50.001 e no PEE da COPEL para a construção do plano de eficiência energética para a universidade, tendo como resultado um sistema de gestão de energia.

A metodologia usada é com base no PDCA, uma estrutura de melhoria contínua e descrita na norma ISO 50.001, que pode ser observada na Figura 2. Esta metodologia pode ser aplicada em qualquer organização, independente do seu tamanho, tipo de trabalho, e localização.



Fonte: Sistema de gestão de energia – Requisitos com orientação para uso (2018)

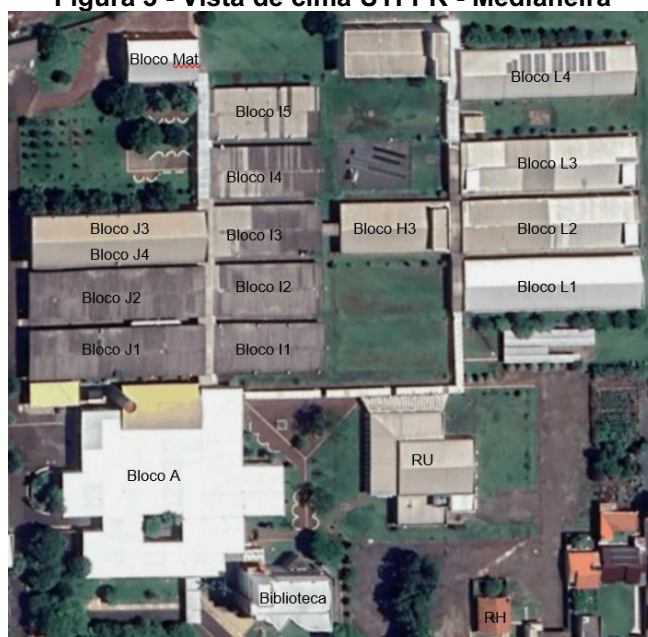
3.1 Sistema de Gestão de Energia (SGE)

Para se dar o início de um Sistema de Gestão de Energia (SGE), foi necessário conhecer o contexto da Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Medianeira. E a partir disso entender quem são a direção geral da instituição, os líderes que deverão mostrar comprometimento com as políticas energéticas e a melhoria contínua do mesmo.

3.1.1 Contexto da Organização

O campus Medianeira da UTFPR, está localizada na região oeste do estado do Paraná. O campus funciona das 7h30min da manhã às 23h da noite, de segunda-feira a sexta-feira e aos sábados com aula no período das 7h30min da manhã as 17h30min da tarde. Nele são ofertados nove curso de graduação, sendo que cinco cursos são em período integral e quatro em período noturno e cinco cursos de Mestrados, no qual são administrados aos sábados. Sua estrutura física é composta por uma área total construída de aproximadamente 44.700 m² e separadas entre 16 blocos, restaurante universitário, biblioteca e sala de recursos humanos. Para este estudo em questão foi desconsiderado o novo bloco H6 por ainda não estar em funcionamento.

Figura 3 - Vista de cima UTFPR - Medianeira



Fonte: Google Mapa (2022)

A energia utilizada na instituição é a maior parte provinda da rede da concessionária COPEL. Há duas micro gerações instaladas na instituição com capacidades de 30 kWp e outra com 15kWp, a fim de auxiliar em pesquisas e desenvolvimentos de trabalhos acadêmicos.

Por meio de dados disponibilizados pela Comissão Interna de Eficiência Energética a partir do fornecimento da Companhia Paranaense de Energia (COPEL), constata-se que a UTFPR campus Medianeira é consumidor pertencente ao Grupo A com fornecimento em alta tensão (AT) de 13,2 kV e subgrupo A4. Sua modalidade tarifária é a verde, no qual possui tarifa diferenciada no consumo de hora ponta e fora ponta, mas dispõe de uma única tarifa na demanda. No qual sua demanda contratada é de 450 kW.

A UTFPR campus Medianeira, possui uma Comissão Interna de Eficiência Energética fundada em 2015, no qual são os responsáveis por estabelecer boas práticas de gestão e uso da energia elétrica e reduzir o seu custo em relação a universidade.

3.1.2 Política Energética

Segundo a ISO 50.001, a alta direção deve estabelecer políticas energéticas que esteja alinhada com os objetivos da organização. A política energética é a estrutura do SGE, ela irá assegurar o comprometimento com a melhoria contínua, gerando uma análise crítica em relação aos objetivos e desempenho da universidade. A norma trata os responsáveis como “alta direção”, porém neste estudo, por se tratar de uma Universidade será usado o termo direção geral.

A política energética é um documento que deve ser divulgado e disponível para todos os servidores e alunos, de forma a evidenciar o compromisso. Ela é ainda uma oportunidade para se trabalhar com o tripé da sustentabilidade dentro da instituição, trabalhando com questões econômicas, sociais e ambientais.

Analisando o contexto da universidade, a direção geral seguirá a própria estrutura organizacional do campus, e ainda será composta pela Comissão Interna de Eficiência Energética (CICE).

Portanto a partir deste estudo de caso, propõe-se a Política Energética da UTFPR campus Medianeira quanto aos seguintes aspectos:

1. Conduzir a busca por melhoria contínua de desempenho e eficiência de energia dentro de suas operações, sem infringir requisitos legais de qualidade, segurança e meio ambiente.
2. Conscientizar os servidores, funcionários terceirizados, alunos e demais parceiros para as boas práticas quanto ao uso e consumo de energia.
3. Tornar acessível aos interessados os resultados das atividades implementadas no âmbito de gestão de energia.
4. Desenvolver metodologia interna que estabeleçam seu desempenho energético.
5. Acompanhamento e atualização periódica dos objetivos, metas e políticas relativas ao sistema de gestão da universidade.
6. Em novos projetos e/ou modificações da infraestrutura, instalações e equipamentos considerar o seu impacto no desempenho energético e nas metas da instituição.
7. Apoiar a aquisição de produtos energeticamente mais eficientes.
8. Apoio e comprometimento da alta direção em relação às políticas existentes.
9. Assegurar melhoria contínua do desempenho energético do campus.

3.2 Planejamento Energético

Nesta etapa são estabelecidos os objetivos e metas, analisado as melhorias a serem implementadas, e definição dos parâmetros para o Indicador de Desempenho Energético (IDE), levando em consideração as questões referidas anteriormente.

3.2.1 Revisão Energética

Se dá como início da implantação do sistema de gestão de energia, e para elaboração dos objetivos e metas do SGE, é elaborado uma análise do uso e consumo de energia de cada bloco da universidade, e da classificação dos seus equipamentos.

Nesta etapa também é necessário se determinar o histórico de consumo de energia da universidade, dados esse disponibilizado pela própria instituição através das faturas de energia elétrica da concessionária COPEL. É possível observar

também pela conta de energia elétrica, se houve pagamento de multas por ultrapassagens de demanda contratada, ou até mesmo se ela está muito abaixo, se houve multa por atrasos de pagamentos ou se houve injeção de energia reativa na rede.

O acompanhamento do consumo de eletricidade tem como objetivos conhecer as despesas mensais e seu insumo, verificar sua evolução ao longo do tempo e identificar ações que possam ser minimizadas.

A revisão energética deve ser atualizada sempre que a instituição sofrer alterações relevantes em seu sistema, ou pode ser revisada em intervalos pré-definidos. Lembrando que é uma etapa que também deve estar documentada.

3.2.2 Indicador de Desempenho Energético (IDE)

O indicador de desempenho energético é uma medida quantitativa definido pela organização. Ela é usada para comparar o desempenho antes e após a implementação dos planos de ações, e dessa forma junto com o sistema de gestão de energia poder ser entendido se as mudanças foram significativas ou não (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016).

Segundo a ISO 50.0006 (2016) que aborda a Linha de Base Energética (LBE) e os indicadores de desempenho energético, os seus resultados podem ser expressos em unidades de consumo (por exemplo GJ, kWh), consumo específico de energia (por exemplo kWh/unidade) ou alterações percentuais.

Para se ter o indicador de desempenho energético da universidade, é necessário se ter o Uso Significativo de Energia (USE), ou seja, conhecer onde e quais equipamentos estão consumindo energia. Este levantamento foi previamente realizado pela Comissão Interna de Eficiência Energética no ano de 2018. Nos dados disponibilizados haviam o local, equipamento, sua quantidade, potência em watts, tempo de uso estimado e por consequência o seu consumo estimado.

É importante informar que a UTFPR campus Medianeira tem como produto final a formação de mão de obra qualificada, e seus produtos intermediários são produções de pesquisas, órgão internos de fomentação empreendedora e benefícios sociais. Isto significa que sua atuação consiste basicamente em ambientes internos de salas de aulas e administrativos, e essas atividades demandam instalações

físicas que disponibilizem iluminação adequada, climatização e infraestrutura de tecnologia de informação.

Por estes motivos essas demandas fazem com que a universidade se aproxime a ambientes comerciais quanto às demandas energéticas, dessa forma a lista de uso significativo de energia foi dividida entre sete grupo de equipamentos, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição do USE total

Carga	Consumo Máximo (kWh)	Participação no total
Iluminação	203.853	6,07%
Ar condicionado	1.012.995	30,15%
Eletrônicos	221.516	6,59%
Refrigeração	1.654.859	49,26%
Aquecimento	167.623	4,99%
Outros	664	0,02%
Motor	97.862	2,91%
TOTAL	3.359.371	100%

Fonte: Adaptada de Comissão Interna de Eficiência Energética (2018)

A ISO 50.001 recomenda que para uso significativo de energia exista um indicador de desempenho energético, e que elas sejam revisadas a cada período e que sejam documentadas. A forma de como será obtida esse indicador, depende da disponibilidade de dados da instituição, e de sua forma de coleta.

A partir da análise do contexto da organização, entende-se que os alunos podem impactar diretamente no consumo de energia da instituição, dessa forma obtém-se um indicador de desempenho energético para que se possa entender se há influência direta dos alunos com a gestão de energia.

3.2.3 Linha de Base Energética (LBE)

Com o propósito de se ter um padrão que possa ser confiável, a linha de base energética trata da comparação entre os LBE e o valor final do período de estudo. E ela deve estar conectada com a revisão energética, a lista do uso significativo de energia e com o indicador de desempenho energético, tendo como resultado parâmetros quantitativos (NETO; PONTES, 2020).

Para a universidade a linha de base proposta é a média do consumo de energia por bloco, para que a análise e as ações a serem implementada possam ser mais assertivas. O principal desafio para se obter as linhas de base é de estabelecer um período de cálculo a ser observado, e compreender quais são as variáveis que possam afetá-las.

3.2.4 Objetivos e Planejamento

Objetivo e metas energéticas são intimamente relacionadas entre si e com oportunidades de melhoria de desempenho energético identificados durante a revisão. Dessa forma, os objetivos refletem visões de longo prazo condizentes com a política energética e possuem diversas metas associadas a elas. Por outro lado, as metas traduzem os objetivos em valores mensuráveis (SGARBI; FOSSA, 2016).

Nesta etapa o plano de ação proposto, deve contemplar as formas de coletas dos dados, como por exemplo a conta de energia, no qual é de fácil obtenção e nela se têm várias análises a serem feitas. Além das variáveis relevantes da USE, características operacionais, e que todas essas informações estejam documentadas.

3.3 Gerenciar o uso e consumo de energia

Este passo trata de questões operacionais de energia vinculado a processo, sistema e equipamentos da organização. Com o objetivo de atender aos requisitos e implementar as ações determinadas na etapa anterior.

Até esta etapa todos os parâmetros devem estar bem definidos e com seus processos documentados, desde a forma de coleta desses parâmetros, sua periodicidade, forma de visualização das análises e seu gerenciamento. Segundo a ISO 50.001 o SGE da organização deve assegurar que que estas informações estejam disponíveis para uso, estejam em um armazenamento adequado e que todo o processo de criação, atualizações e revisões deve ser rastreável.

Tendo em vista o crescimento em complexidade da função do gerenciamento de energia, “sistemas de informação” foram sendo desenvolvidas em softwares para auxiliar no processo (CASTRO, 2014).

Para o gerenciamento do consumo de energia foi desenvolvido no software Excel uma planilha dinâmica com ilustrações gráficas das informações relevantes para o acompanhamento do Sistema de Gestão de Energia (SGE) da universidade, como consumo faturado de cada mês, acompanhamento de estimativa do consumo de energia de cada bloco e dentro da planilha há a lista de equipamentos da instituição.

Por se tratar de um software no qual dentro dele se trabalha com tabelas dinâmicas, Visual Basic e fórmulas para criação de Dashboard de monitoramento, ele pode ser facilmente alterado pela CICE conforme a necessidade.

Outra questão importante que a norma aborda, é de se ter um profissional competente para a realização desses trabalhos, assegurar que eles tenham treinamento, habilidades ou experiências na área. De forma que o profissional consiga avaliar os aspectos operacionais que afetam o desempenho energético.

3.4 Avaliação do desempenho e busca por melhoria contínua

A melhoria contínua do sistema de gestão de energia é o principal objetivo para a organização que está pondo em prática a ISO 50.001. Este último item abordado pela norma é de se garantir a eficácia dos planos de ações em alcançar os objetivos e metas da instituição.

A avaliação do desempenho se dá pelo Indicador de Desempenho Energético (IDE) contra a Linha de Base Energética (LBE). Em caso de desvios significativos, a instituição deve investigar e responder por eles, além de no final deste processo se ter documentado os resultados das investigações e definidos seu novo plano de ação e monitoramento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018).

Para sua complementação a norma de sistema de gestão de energia discorre que é dever da instituição conduzir auditorias internas em intervalos planejados no qual a formação da equipe de auditores deve considerar a isenção de influência durante a avaliação.

Uma vez que estejam alcançados os objetivos inicialmente estabelecidos, deve-se buscar por novos desafios em novas áreas, ou processos envolvendo uma nova equipe.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

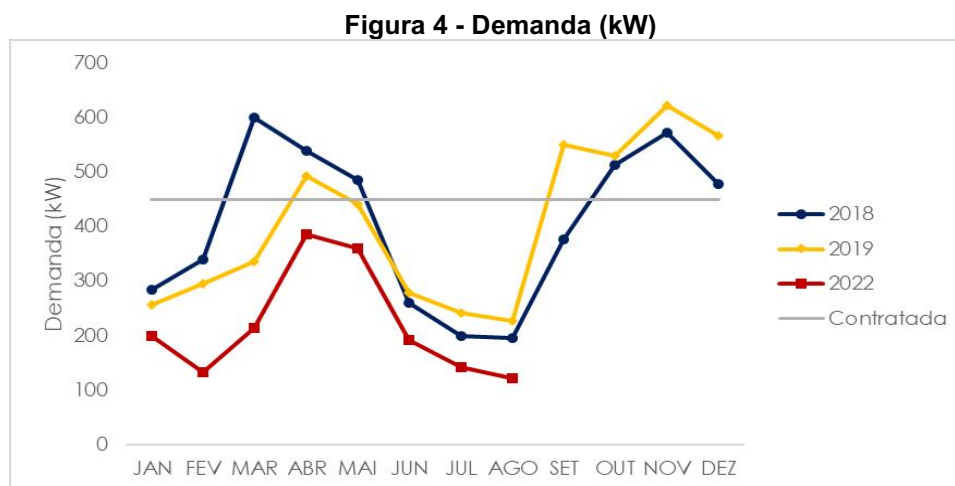
4.1 Indicador de Desempenho Energético

Conforme os dados disponibilizados, a seleção dos indicadores foi realizada de acordo com os fatores econômicos, como a análise das faturas de energia, operacionais, no qual explora a forma que a energia está sendo consumida na universidade e suas, incluindo a população acadêmica.

Foram analisadas as faturas de energia de 2018, 2019 e 2022. Devido a pandemia a universidade esteve com aulas remotas durante o ano de 2020 e 2021, por este motivo esses dois anos serão desconsiderados para análise, por se tratar de algo incomum, já que havia pouca circulação de alunos e servidores na faculdade.

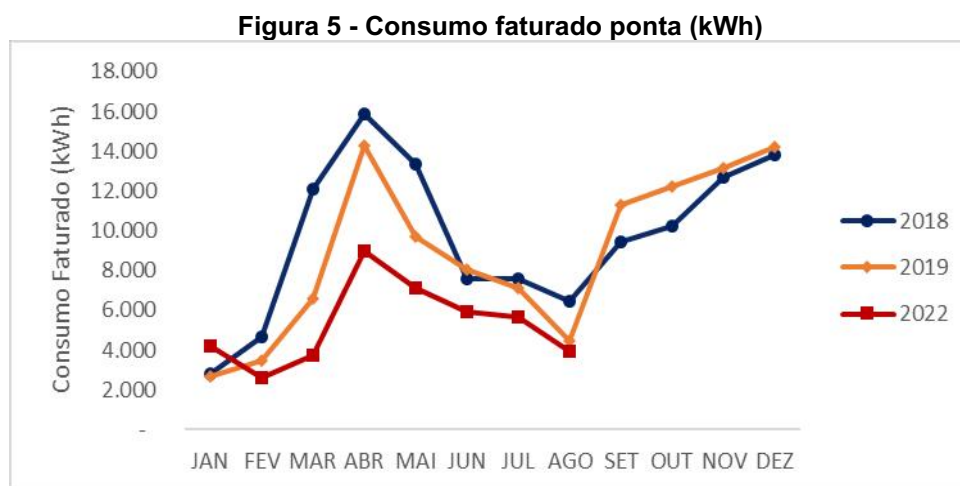
A Figura 4 retrata a curva de demanda dos anos em estudo. Identifica-se no gráfico a demanda contratada de 450W, que não foi alterada durante esses anos, e os meses que ocorreram ultrapassagem por demanda. No ano de 2018 houveram 6 ultrapassagens e 5 ultrapassagens no ano de 2019, havendo a necessidade de pagamento de multa por excedente.

Vale ressaltar que quando há multa por excedente de demanda contratada, a tarifa unitária que é cobrada pela COPEL em relação a demanda excedente tem seu valor duplicado. Por exemplo em março de 2018 a demanda faturada foi de 600kW com uma tarifa unitária de R\$21,64, porém ainda é cobrado mais o excedente de 150kW com uma tarifa unitária de R\$43,29.



Fonte: Adaptada de Copel (2022)

Na Figura 5 pode-se observar o comportamento do consumo no horário de ponta, que é das 18h até 21h de segunda a sexta, e na Figura 6 observa-se o consumo de fora ponta. Os dois possuem comportamentos bem parecidos, e em ambos os consumos do primeiro semestre foram diminuindo com o passar dos anos.

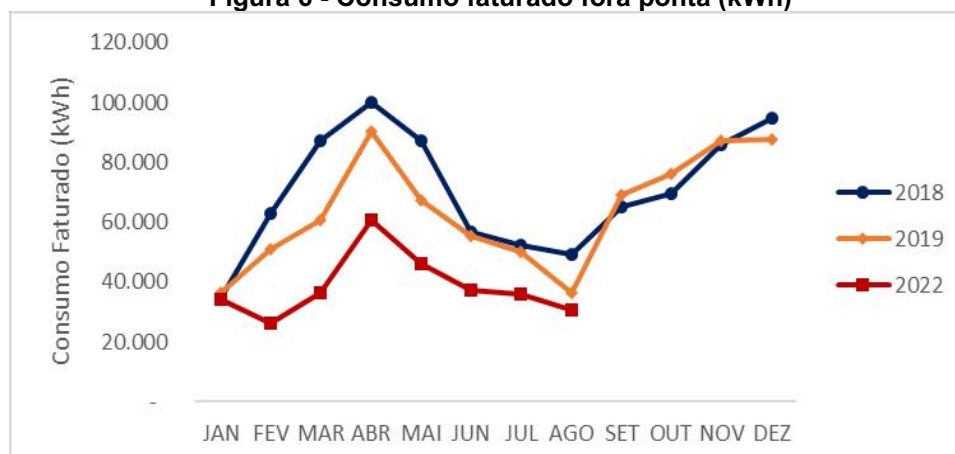


Fonte: Adaptada de Copel (2022)

Pode-se concluir que nos períodos no qual os alunos estão de férias e há pouca circulação dos mesmos na UTFPR, como em janeiro, os consumos ponta do ano de 2018 e 2019 foram bem próximos, dessa forma, pode ser observado principalmente a influência da utilização dos equipamentos de ar condicionado durante o verão pelos servidores que estão trabalhando.

Levando-se em conta os meses de julho e agosto de 2018 e 2019, que também é um período de férias, pode-se observar que o consumo de energia ponta é maior em relação as férias de verão, isso se dá por ser um período curto de férias, normalmente se inicia na metade de um mês e finaliza na metade de outro, logo ainda há um consumo alto na instituição.

Figura 6 - Consumo faturado fora ponta (kWh)



Fonte: Adaptada de Copel (2022)

Apesar de no mês de janeiro de 2022 o consumo de ponta estar acima dos outros anos, durante o seu horário de fora ponta ele se manteve bem próximo aos anos anteriores. E a partir deste tipo de análise que o sistema de gestão de energia irá ajudar a instituição, a entender por que o consumo de ponta foi maior sendo que é um período fora do horário de trabalho de muitos servidores.

A partir dos dados da quantidade de alunos matriculados por semestre mostrado na Tabela 2 e com a análise realizada sobre o consumo de energia, pode-se concluir que conforme foi diminuindo a quantidade de alunos frequentando a universidade, o seu consumo de energia elétrica também diminuiu.

Tabela 2 - Quantidade de alunos matriculados por semestre

(Continuação)

Curso	2018/1º	2018/2º	2019/1º	2019/2º	2022/1º
Engenharia Ambiental	195	170	182	150	122
Engenharia de Alimentos	179	154	160	150	131
Engenharia de Produção	349	332	317	296	250
Engenharia Elétrica	353	353	357	349	309
Ciência da Computação	239	243	245	240	273
Licenciatura em Química	155	143	142	148	120
Tecnologia em Manutenção Industrial	160	150	151	148	164
Tecnologia em Alimentos	134	133	127	123	133
Tecnologia em Gestão Ambiental	123	108	114	117	84
Alimentos - PPGTA	38	38	41	41	51
Ambiental - PPGTAMB	26	26	29	29	23
Tecnologia Computacional p/ Agro - PPGTCA	25	25	26	26	26

Tabela 2 – Quantidade de alunos matriculados por semestre

Curso	(Conclusão)				
	2018/1º	2018/2º	2019/1º	2019/2º	2022/1º
Mestrado em Química	16	16	15	15	11
Mestrado em Física	22	22	18	18	15
Total	2.014	1.913	1.924	1.850	1.712

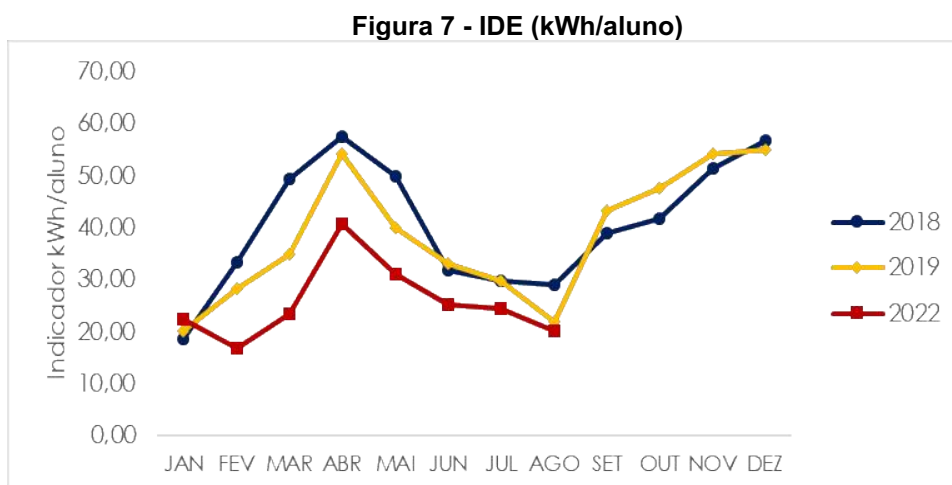
Fonte: Sistema Acadêmico da UTFPR (2022)

Esta primeira análise relacionada à fatura de energia, é o primeiro passo para o sistema de gestão e a partir dela é obtido os primeiros indicadores de desempenho energético, como o consumo de energia e demanda. Não foi necessário a instalação de equipamentos de medição ou a realização de investimentos para o seu acompanhamento, porém para se obter resultados mais confiáveis são recomendados tais ações.

Durante a análise das faturas é realizada a verificação do comportamento de consumo e demanda e com relação ao número de população acadêmica, a fim de se ter uma análise da forma que a energia está sendo aproveitada. Dessa forma tem-se outro indicador, a relação de consumo de energia por aluno, observada na Equação (1).

$$IDE = \frac{\text{Consumo de energia (kWh)}}{\text{Aluno matriculado}} \quad (1)$$

A Figura 7 apresenta o indicador de consumo de energia por aluno.



Fonte: Autoria própria (2022)

Como a universidade conta com cursos de graduações e mestrado em períodos diferentes de aulas, e com servidores e alunos que utilizam os ambientes da universidade (como a biblioteca e a sala de estudos 24h) fora do período de aula, obter a relação de aluno e sua frequência mensal seria muito complexa.

Assim, a análise desse indicador se restringe a uma estimativa, podendo haver distorções em relação às interpretações. Fica evidenciado que o custo de energia por aluno diminuiu no primeiro semestre dos anos estudados com uma média de 40,13 kWh/aluno em 2018 para 35,12 kWh/aluno em 2019 e 26,64 kWh/aluno no primeiro semestre de 2022.

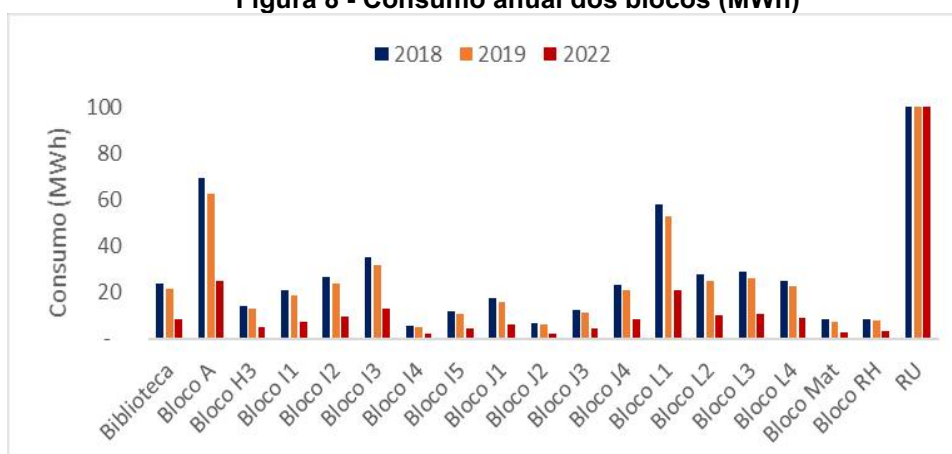
Porém observando-se o segundo semestre de 2018 e 2019, há um aumento do indicador, mesmo com a diminuição de alunos matriculados, indicando um desempenho ruim em relação ao uso e consumo de energia.

A fim de se verificar o impacto do consumo de energia na instituição, se viu a necessidade de analisá-lo de acordo com os blocos do campus. Como não há analisadores de energia em cada bloco o seu consumo de energia elétrica foi obtido através de análise e estimativa. Com o levantamento do uso significativo de energia de cada bloco, a partir da potência dos equipamentos e da estimativa do seu tempo de uso, obtêm-se através da Equação (2) o seu consumo em kWh.

$$\text{Cons. Máx}_{USE} (kWh) = \sum \frac{\text{Pot.}(W) \cdot \text{Tempo de uso semanal}(h) \cdot 4 \cdot \text{meses de uso}}{1000} \quad (2)$$

Este cálculo foi realizado para cada USE do bloco, para a partir desta análise ser obtido o consumo máximo de um bloco. E relacionando esse consumo com o consumo total faturado da UTFPR, é possível obter o percentual que o consumo do bloco representa na fatura de energia. Dessa forma foi obtida a estimativa apresentada na Figura 8.

Figura 8 - Consumo anual dos blocos (MWh)



Fonte: Autoria própria (2022)

Na Figura 8, o consumo do ano de 2022 só foi analisado até o mês de agosto devido ao andamento da pesquisa.

Fica claro que os três blocos “críticos”, ou seja, que mais consomem energia são: o Restaurante Universitário (RU), ultrapassando os 100 MWh/ano durante os três anos analisados, o bloco A, com o consumo entre 60 e 70 MWh/ano em 2018 e 2019 e na sequência o bloco L1. Essa análise é outro indicador de desempenho energético, o seu acompanhamento é de grande importância para poder identificar onde realizar melhorias para a instituição.

Após identificar quais são os blocos mais onerosos para instituição, é preconizado pela ISO 50.001 que a direção geral entenda a forma de uso de energia. Estratificando mais os consumidores críticos, chega-se aos equipamentos.

Pode-se observar na Tabela 3 que no restaurante universitário os equipamentos de refrigeração como a câmara fria, freezer verticais, buffet frio e geladeiras são os que mais consomem energia. Seguido pelos equipamentos de aquecimentos como o caldeirão industrial, forno e buffet quente.

Tabela 3 – Consumo (kWh) no RU

Equipamento	(Continuação)		
	2018	2019	2022
Aquecimento	44.280	40.217	16.107
Ar condicionado	27.878	25.320	10.141
Eletrônicos	486	441	177
Iluminação	662	601	241
Motor	-	-	-

Tabela 3 – Consumo (kWh) no RU

Equipamento	(Conclusão)		
	2018	2019	2022
Outros	20.206	18.352	7.350
Refrigeração	443.498	402.799	161.327
Total	537.010	487.730	195.343

Fonte: Autoria própria (2022)

Com a realização da mesma análise para o bloco A, e se atentando ao contexto de que neste bloco é onde se tem a maior parte de servidores, espalhados entre as salas de departamento financeiro, secretaria, gabinete da direção, entre outros. Além delas neste bloco fica a sala de estudos 24 horas, a qual pode ser utilizada pelos alunos em qualquer horário, inclusive durante a madrugada.

Isto posto, pode-se observar na Tabela 4 que o maior consumo deste bloco são os aparelhos de ar-condicionado, seguido pelos equipamentos eletrônicos como computadores, impressora, projetores entre outros.

Tabela 4 – Consumo (kWh) do bloco A

Equipamento	2018	2019	2022
Aquecimento	1.810	1.644	659
Ar condicionado	39.019	35.438	14.194
Eletrônicos	15.965	14.500	5.807
Iluminação	11.548	10.489	4.201
Motor	-	-	-
Outros	-	-	-
Refrigeração	930	845	338
Total	69.273	62.916	25.199

Fonte: Autoria própria (2022)

Sobre o bloco L1, por se tratar de um bloco com foco em laboratório de informática, pode-se observar na Tabela 5. que os maiores consumidores são os aparelhos de ar-condicionado e em seguida os eletrônicos como computador e projetor.

Tabela 5 – Consumo (kWh) do bloco L1

Equipamento	2018	2019	2022
Aquecimento	215	196	78
Ar condicionado	43.454	39.467	15.807
Eletrônicos	8.358	7.591	3.040
Iluminação	6.226	5.655	2.265
Motor	-	-	-
Outros	-	-	-
Refrigeração	-	-	-
Total	58.254	52.908	21.190

Fonte: Autoria própria (2022)

Analisando os três blocos que mais consomem energia, observa-se que somando o consumo de energia anual do bloco A e L1, equivale apenas 23% do consumo anual do restaurante universitário. Ou seja, realizando um programa de eficiência focado apenas neste bloco pode-se ter uma redução significativa no consumo de energia da universidade.

4.2 Linha de Base Energética (LBE)

A linhas de base energéticas foram definidas de acordo com a revisão energética, e com o índice de desempenho energético. Os escolhidos para a universidade foram de acordo com os dados dispostos, que é a fatura de energia elétrica disponibilizada pela COPEL, levantamento dos equipamentos de cada bloco, e a quantidade de alunos matriculados por curso.

Com a aplicação das análises descritas e os conceitos da ISO 50.001 foram obtidos os dados de LBE, apresentados na Tabela 6 a partir dos valores obtidos do ano de 2018, 2019 e 2022.

Tabela 6 - Linha de Base Energética (LBE)

LBE	(Continuação)				
	2018/1	2018/2	2019/1	2019/2	2022/1
USE total (kWh)			3.359.370,72		
Média cons. ponta (kWh)	9.376	10.036	7.459	10.405	5.445
Média cons. fora ponta (kWh)	71.445	69.480	60.106	67.652	40.161
Média demanda ponta (kW)	271	278	204	319	154
Média demanda fora ponta (kW)	418	390	350	456	247

Tabela 6 – Linha de Base Energética (LBE)

LBE	(Conclusão)				
	2018/1	2018/2	2019/1	2019/2	2022/1
Média cons. Biblioteca (kWh)	2.009	1.976	1.679	1.940	1.133
Média cons. Bloco A (kWh)	5.820	5.726	4.865	5.621	3.284
Média cons. Bloco H3 (kWh)	1.209	1.190	1.011	1.168	682
Média cons. Bloco I1 (kWh)	1.762	1.733	1.473	1.701	994
Média cons. Bloco I2 (kWh)	2.231	2.195	1.865	2.155	1.259
Média cons. Bloco I3 (kWh)	2.964	2.916	2.478	2.863	1.673
Média cons. Bloco I4 (kWh)	492	484	411	475	278
Média cons. Bloco I5 (kWh)	989	973	827	955	558
Média cons. Bloco J1 (kWh)	1.476	1.452	1.234	1.425	833
Média cons. Bloco J2 (kWh)	577	567	482	557	325
Média cons. Bloco J3 (kWh)	1.065	1.048	891	1.029	601
Média cons. Bloco J4 (kWh)	1.945	1.913	1.626	1.878	1.097
Média cons. Bloco L1 (kWh)	4.894	4.815	4.091	4.727	2.762
Média cons. Bloco L2 (kWh)	2.333	2.295	1.950	2.253	1.317
Média cons. Bloco L3 (kWh)	2.429	2.390	2.031	2.346	1.371
Média cons. Bloco L4 (kWh)	2.085	2.051	1.743	2.013	1.176
Média cons. Bloco Mat (kWh)	700	689	586	676	395
Média cons. Bloco RH (kWh)	730	718	610	705	412
Média cons. RU (kWh)	45.115	44.387	37.716	43.573	25.458
Média cons. Por aluno (kWh/n)	40,13	41,30	35,12	41,99	26,64

Fonte: Autoria própria (2022)

As linhas de base apresentadas irão servir de comparativos para o segundo semestre de 2022. O uso significativo de energia se manteve o mesmo pois se trata de uma tarefa que demanda muito tempo e possui dificuldades em realizá-lo, sendo sua última atualização realizado pela comissão interna de eficiência energética em 2018.

4.3 Propostas de ações

Com os parâmetros levantados e estruturados pode-se iniciar os objetivos e plano de ações para o sistema de gestão de energia, a seguir descreve-se as principais ações que foram levantadas com este estudo:

- 1) Padronização da medição: Para um melhor gerenciamento de energia, recomenda-se uma leitura diária do medidor de entrada, para que dessa forma possa ser estimado o consumo faturado do mês;
- 2) Medição por bloco: Para que não seja necessário investimentos, criar um plano de medição para os blocos, com o medidor de energia da própria instituição, dessa forma uma medição periódica pode ser acompanhada e pode-se entender mais sobre a forma de uso da energia;
- 3) Programa Eficiência – RU: Realizar um estudo com foco no restaurante universitário, analisando cada equipamento e seu consumo, e até mesmo suas instalações físicas, pois uma estrutura mal dimensionada também resulta em gastos desnecessários.
- 4) Campanha educativa: A campanha educativa tem um papel fundamental para o sistema de gestão de energia, ela pode ser baseada em forma de cartaz, ou bate papos e palestras sobre a orientação e conservação de energia;
- 5) Divulgação periódica dos indicadores: Para a contribuição de uma atmosfera onde todos se sintam parte desse monitoramento, a divulgação em forma de boletim de eficiência energética por e-mail é fundamental, podendo ser diário caso consigam ter esse acompanhamento, ou no final de cada mês. Exemplo no Apêndice A;
- 6) Reunião de resultados: Realizada mensalmente com a direção geral para esclarecimento de desvios e propostas de melhorias;
- 7) Plano de manutenção anual ou semestral de luminárias e ar condicionado: Segundo manual de eficiência energética da COPEL (2005), a manutenção e limpeza de luminárias aumentam o ganho em rendimento e eficiência das mesmas. E a limpeza de filtros dos aparelhos de ar condicionado também ajuda no seu rendimento.
- 8) Metas anuais: Com a linha de base energética a comissão interna de eficiência energética junto com a direção pode criar metas que estimulem a procura por melhoria na universidade;
- 9) Processos documentados: O que mais se preconiza no sistema de gestão de energia é que todo o processo esteja documentado, para que se tenha um padrão durante as próximas gestões. E que ainda se possa ter um histórico dos resultados e seus monitoramentos. Exemplo no Apêndice B;

10) Auditorias internas: Podendo ser tanto com auditores escolhidos internamente, quanto com auditores terceiros. A auditoria tem o objetivo de se certificar que a empresa está cumprindo com seu planejamento e seguindo a ISO 50.001;

11) Painel de indicadores: Para monitoramento de faturas, consumo de energia, plano de ações e levantamento de carga, o uso desta ferramenta se faz necessária. Seu tema será abordado no próximo tópico.

Vale ressaltar que para se ter uma auditoria, a universidade deve estar com o seu sistema de gestão de energia estruturado e adquirir a norma ISO 50.001. Depois da instituição estar auditada, pode-se ter o seu certificado com validade de 3 anos.

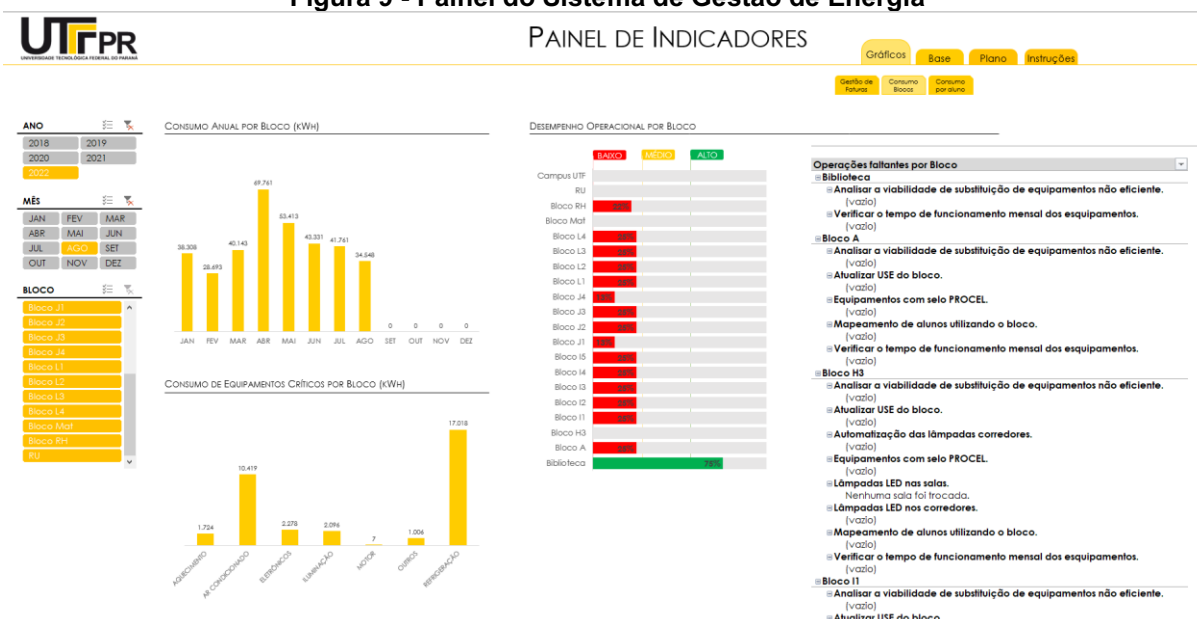
4.4 Implantação do monitoramento

Com o objetivo de utilizar os dados de medição de energia e aplicar regras lógicas para obter padrões, é necessário um sistema de monitoramento desses indicadores implantados na universidade.

Para este estudo o sistema utilizado foi o software Microsoft Excel, um editor de planilhas que permite criar tabelas e gráficos dinâmicos, variadas fórmulas matemáticas, contábeis e probabilísticas e permite também trabalhar com *visual basic* (linguagem de programação da Microsoft).

Com a utilização destas ferramentas foi criado um painel de indicadores para que a comissão interna de eficiência energética possa trabalhar com os dados, e que esteja contido tudo em um único arquivo.

Figura 9 - Painel do Sistema de Gestão de Energia

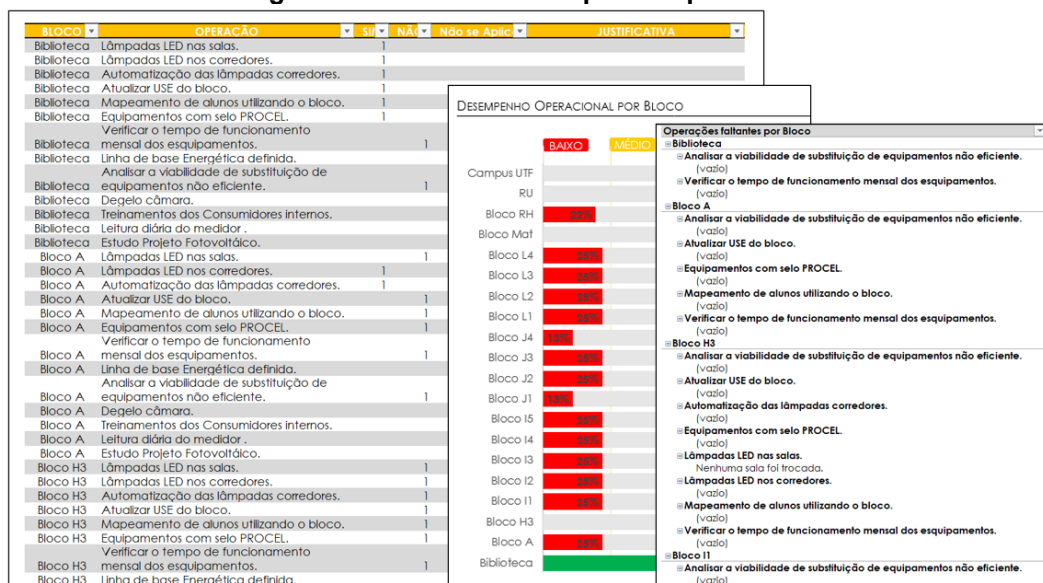


Fonte: Autoria própria (2022)

O sistema tem um base para introdução dos dados das faturas de energia, levantamento de cargas, plano de ação para os blocos, e para cálculos base. E dessa forma permite uma visualização dos gráficos, como o painel de consumo de blocos da Figura 9 podendo filtrar por ano, mês e escolher o bloco de interesse para análise, ao lado do gráfico se tem o desempenho operacional por bloco.

A base do desempenho apresentada na Figura 4 é alimentada com operações necessárias para que o bloco possa ser mais eficiente em relação ao seu consumo de energia, e conforme ela é atualizada pode-se acompanhar seu percentual no gráfico de barra apresentado no painel.

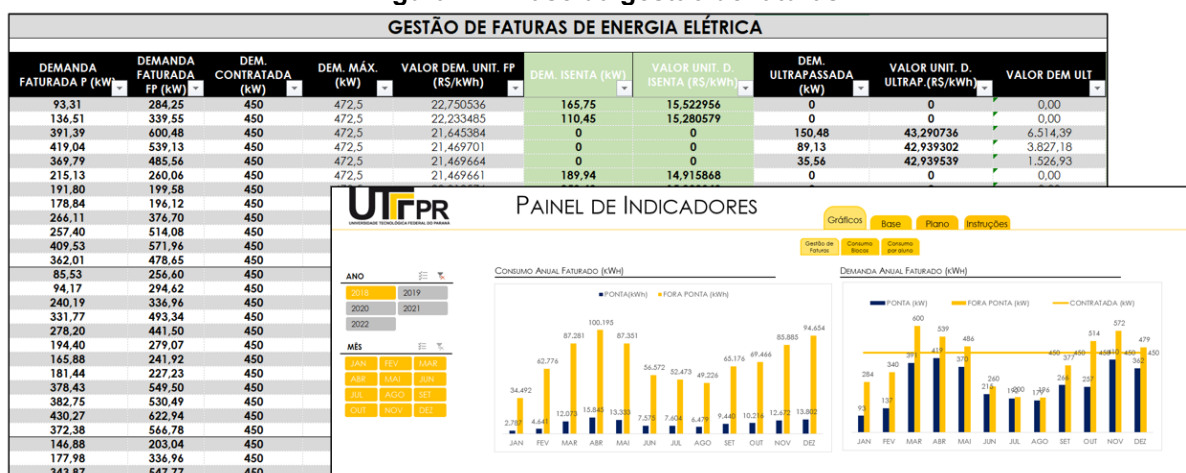
Figura 10 - Base do desempenho operacional



Fonte: Autoria própria (2022)

O sistema de monitoramento também possui um painel para gestão de faturas, Figura 5, no qual observa-se seu consumo e demanda durante os anos cadastrados na base. Esta funcionalidade pode ser configurada da maneira que a comissão achar melhor para seu acompanhamento, pois na base “gestão de faturas” são inseridos todos os dados.

Figura 11 - Base da gestão de faturas



Fonte: Autoria própria (2022)

Com objetivo de centralizar informações, se tem a aba de “plano de ações”, Figura 6, para cadastro de cada não conformidade e junto a ela a inserção das

De toda maneira a instituição pode participar da chamada pública da COPEL, para financiar através de Contrato de Desempenho projetos de melhoria de instalação como aquisição de equipamentos e contratação de serviços, e projetos de gestão energética como treinamentos, capacitações e sistema de controles, baseando-se nas determinações da norma ISO 50.001.

No entanto, o custo da implantação da ISO não pode ser financiado pelo PEE. Somente as ações voltadas à gestão da energia elétrica podem ser custeadas pelo Programa.

Pode-se ver a importância de um sistema de gestão dentro das instituições, além de que para o envio de projetos na chamada pública a maior parte da construção já se tem dentro da própria gestão da universidade. Observa-se no Quadro 3 as etapas mínimas que deverá conter no projeto.

Quadro 3 – Etapas do projeto PEE

Etapa	Descrição das etapas
01	Realização de diagnóstico energético e elaboração de proposta de projeto
02	Aquisição de materiais e equipamentos
03	Contratação dos serviços
04	Medição período de linha base – Plano M&V
05	Execução das ações de eficiências energética
06	Descarte de materiais e equipamentos substituídos
07	Ações de marketing
08	Ações de treinamento e capacitações
09	Medição do período de determinação da economia – Relatório M&V
10	Acompanhamento do projeto (COPEL)
11	Acompanhamento do projeto (Consumidor)
12	Avaliação dos resultados do projeto

Fonte: Chamada pública PEE Copel (2020)

Mesmo que cada etapa tenha sua particularidade pôde-se observar que o escopo já se tem dentro do próprio sistema de gestão apresentado neste estudo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a realização deste trabalho encontrou-se algumas dificuldades em se interpretar e compreender os módulos do plano de eficiência energética da COPEL e de se ter acesso a norma ABNT ISO 50.001. Para a construção do sistema de gestão de energia, foi disponibilizado pela instituição e pela comissão de eficiência energética dados relativos à fatura de energia, levantamento de carga e acesso à informação do número de alunos matriculados.

Este trabalho de conclusão de curso desenvolveu um estudo para a implantação de um sistema de gestão de energia, propondo ações, indicadores e monitoramento com a base na ISO 50.001. Uma característica importante das instalações da UTFPR é sua heterogeneidade em relação aos equipamentos com maior consumo em vários blocos. Pois com a análise dos blocos que mais consomem energia como o restaurante universitário, bloco A e o bloco L1, pode-se dividir o restante em duas categorias, blocos de sala de aula e blocos de laboratório, pois seus usos de energia são parecidos.

O painel de gestão de energia auxilia na organização e na análise dos dados, apesar de não possuir custo para seu investimento, já que a universidade possui uma licença para o uso do Excel, ele tem alguns pontos contras. Como por exemplo, é que as planilhas são alimentadas manualmente e podem ser salvas e compartilhadas para fora da instituição.

Porém para se iniciar um sistema de gestão de energia ela é muito útil e de fácil utilização, e com as atualizações e revisões do sistema de gestão de energia a UTFPR poderá futuramente optar pela utilização de um software mais aprimorado, ou o desenvolvimento de um software em um trabalho de conclusão de curso.

Sugere-se como continuação para futuros estudos a mesma metodologia aplicada para o consumo de água da universidade, que também é um pilar importante para se tratar, pois é um tema que os órgãos governamentais e privados já estão abordando devido ao aumento da escassez de água e o seu desperdício.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Módulo 1 - Procedimentos do Programa de Eficiência Energética (PROPEE)**. Brasília, 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Procedimentos do Programa de Eficiência Energética. **ANEEL**, 2020. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/programa-eficiencia-energetica>. Acesso em: 12 ago 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistema de gestão de energia - Medição do desempenho energético utilizando linhas de base energética e indicadores de desempenho energético - Princípios gerais e orientações**. 1ª. ed. Rio de Janeiro, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistema de Gestão de Energia - Requisitos com orientações para uso**. 2ª. ed. Rio de Janeiro, 2018.
- CASTRO, R. E. **Plataforma automatizada e normatizada de monitoração, verificação e gestão de índices de energia**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 151. 2014.
- CIRILO, J. Crise Hídrica: desafios e superações. **Revista USP**, São Paulo, p. 45-58, julho/agosto/setembro 2015.
- COMARU NETO, C.; SILVA THÉ PONTES, R. **Aplicação da norma ABNT ISO 50.001 sistema de gestão da energia para o setor público - Estudo de caso Tribunal de Contas de Estado do Ceará**. Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 2020.
- COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA - COPEL. **Manual de Eficiência na Indústria**. Curitiba, 2005.
- COPEL DISTRIBUIÇÃO S.A. **COPEL**, 2020. Disponível em: [https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/edital_cp_pee_003_2020/\\$FILE/Chamada%20P%C3%BAblica%20PEE%20Copel%20003_2020.pdf](https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/edital_cp_pee_003_2020/$FILE/Chamada%20P%C3%BAblica%20PEE%20Copel%20003_2020.pdf). Acesso em: 27 set. 2022.
- NEVES, L. Ferramentas para Gestão de Indicadores de Desempenho. **Way2**, 2021. Disponível em: <https://www.way2.com.br/blog/indicadores-desempenho-energetico/>. Acesso em: jul. 2021.
- O. G. RIBEIRO, B.; A. SILVA, K. **Indicador de Eficiência Energética para auxiliar a tomada de decisão de investimentos em projetos de Eficiência Energética em Instituições de Ensino**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2018.
- RODRIGUES, S. Way2. **Way2 Blog**, 2020. Disponível em: <https://www.way2.com.br/blog/demanda-contratada-de-energia/>. Acesso em: 13 Novembro 2021.
- SGARBI, F. A.; FOSSA, A. J. **Guia para Aplicação da norma ABNT ISO 50.001**. 2016.

SOUZA, H. et al. Reflexões sobre os Principais Programas em Eficiência Energética Existentes no Brasil. **Revista Brasileira de Energia**, v. 15, p. 7-26, 2009.

APÊNDICE A - Boletim de Excelência Energética

BOLETIM DE EXCELÊNCIA ENERGÉTICA.

Eficiência Energética no Campus Medianeira



Dica do Mês

Iluminação

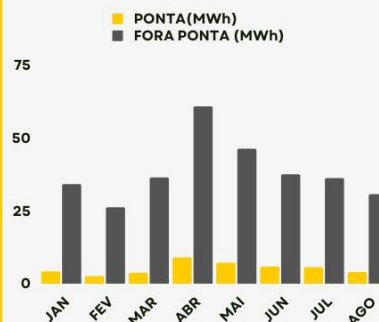
Prefira lâmpadas fluorescentes ou de LED. Uma fluorescente de 40 watts ilumina mais que uma incandescente de 150 watts, e dura dez vezes mais.



Acompanhamento

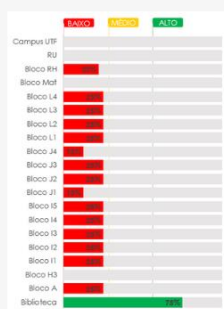
CONSUMO DO CAMPUS

No mês de agosto houve diminuição do consumo de energia no campus, afetado pela pouca circulação de alunos.



Desempenho


Com as ações em prática o bloco da Biblioteca está mais eficiente.



Referências

Comissão Interna de Eficiência Energética.

APÊNDICE B - Modelo para documentação do SGE

	Norma de Eficiência Energética	Nº NORMA:	1
		REVISÃO:	1
		DATA:	17/10/2022
		CAMPUS:	Medianeira

Processo	
Título	

ID	Nome	Cargo
1876337	Thayná Ayala de Souza	Estudante

1. OBJETIVO

Garantir a aplicação das regras do Sistema de Gestão de Energia em seu nível operacional buscando melhorias contínuas de desempenho, eficiência e conservação de energia na UTFPR.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta norma aplica-se em todo o campus de medianeira.

3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- ISO 50.001 Sistema de gestão de energia – Requisitos com orientação para uso.
- Guia de gestão de energia – Internacional Copper Association Brazil.

4. MEDIR E REGISTRAR

A direção geral deve garantir que as medições sejam realizadas conforme orientação profissional, deve também garantir equipamentos necessários para o seu trabalho.

Caso necessite de investimentos debater durante reunião mensal.

5. ANÁLISE DE INDICADORES

Diariamente um responsável apontado pela comissão de eficiência energética deve analisar os indicadores, e enviar o boletim de excelência energética.

6. EFICIÊNCIA DE EQUIPAMENTO CRÍTICOS

Um responsável técnico da comissão interna de eficiência energética deve fazer o planejamento e implantar rotina de monitoramento de eficiência dos equipamentos críticos de acordo com a periodicidade definida pela comissão.

7. CONFORMIDADE COM A COPEL

A comissão interna de eficiência energética deve garantir ao máximo a conformidade com os critérios da Copel, apresentado no Quadro 1.

Etapa	Cr�terios
01	Realiza�o de diagn�stico energ�tico
02	Aquisi�o de equipamentos mais eficientes
03	Apresenta�o de propostas/projetos de melhorias
04	Medi�o per�odo de linha base – Plano M&V
05	Execu�o das a�o�es de efici�ncias energ�tica
06	Descarte de materiais e equipamentos substituídos
07	A�o�es de marketing
08	A�o�es de treinamento e capacita�o�es
09	Medi�o do per�odo de determina�o da economia – Relat�rio M&V
10	Acompanhamento dos projetos
11	Avalia�o dos resultados dos projetos