

# Proposta de modelo de implementação da norma 50001:2018 para sistema de gestão energética em uma universidade

**Autor: João Paulo Ballico**

Joao.ballico97@edu.pucrs.br, PUCRS, Brasil

**Orientador: Peter Caubi Machemer**

peter.machemer@pucrs.br, PUCRS, Brasil

**Resumo:** Este trabalho apresenta um modelo para a implementação da norma ISO 50001:2018 em uma universidade brasileira visando a criação de um Sistema de Gestão de Energia (SGE) eficiente e sustentável. A pesquisa, de natureza exploratória e quali-quantitativa, adota o ciclo PDCA como metodologia principal, estruturando-se em etapas de análise de requisitos, identificação de gastos energéticos, estabelecimento de Indicadores de Desempenho Energético (IDE) e proposição de planos de ação. A implementação é acompanhada de Identificação dos usos significativos de energia, comparação entre indicadores e linha de base energética além da substituição de lâmpadas, automatização dos sistemas de iluminação e climatização e modernização de equipamentos. O modelo busca reduzir custos operacionais, otimizar o consumo energético e estabelecer diretrizes que possam ser replicadas em outras instituições de ensino superior.

**Palavras-chave:** Sistema de Gestão de Energia; Indicadores de Desempenho Energético; PDCA; Usos significativos de energia.

## 1 Introdução

Em um mundo cada vez mais globalizado e com crescentes avanços tecnológicos, empresas dependem cada vez mais de equipamentos tecnológicos para se manterem competitivas e inovadoras no mercado. Com o crescente aumento no consumo de energia elétrica, surgiram regulamentações que visam incentivar e beneficiar aqueles que investem em sistemas eficientes de gestão energética. Essas normas buscam promover práticas sustentáveis, estimulando o uso racional da energia elétrica e contribuindo para a sua eficiência, garantindo benefícios econômicos para os consumidores que adotam tecnologias mais eficientes (Altoé *et al.*, 2017).

O aumento exponencial nas emissões de gases de efeito estufa impôs à sociedade e às empresas o desafio urgente de adotar medidas e práticas sustentáveis e eficientes em termos energéticos. A implementação de normas internacionais como a ISO 50001 desempenha um papel crucial na gestão energética das organizações, promovendo a redução de custos operacionais. (Jin *et al.*, 2021).

É importante destacar a necessidade de verificar a natureza da norma ISO 50001, seu propósito e as motivações que levam os agentes econômicos a decidirem pela sua adoção ou aplicação. Três hipóteses são consideradas: (i) proteção ambiental; (ii) redução de custos ou externalidades, positivas ou negativas, como um bem social; ou (iii) melhorar a imagem social da organização ou empresa. O foco desta análise está na efetividade da norma, sem aprofundar em questões mais complexas, como a vinculação de normas privadas no direito internacional ou sua legalidade no direito transnacional (Bassani; Osorio, 2017).

Os objetivos específicos deste trabalho incluem a proposição de um modelo replicável que possa ser aplicado em outras universidades ou instituições de ensino superior, permitindo a disseminação de boas práticas voltadas à gestão eficiente de energia e à sustentabilidade. Além disso, busca-se criar uma proposta para reduzir os custos operacionais por meio da otimização do consumo energético, promovendo práticas que aliam eficiência no uso de recursos e compromisso com a preservação ambiental, contribuindo para a sustentabilidade econômica e ecológica das instituições.

Do ponto de vista ambiental, a Norma visa promover o uso eficiente da energia, o que resulta na diminuição da emissão de gases de efeito estufa e na preservação dos recursos naturais. Economicamente, a adoção da norma permite a redução de custos operacionais ao longo do tempo, tornando as organizações mais competitivas ao otimizar o consumo de energia (Pinto, 2014).

O consumo de energia elétrica no Brasil apresentou crescimento significativo em 2022, com aumento de seis das oito principais classes de consumo, totalizando 509TWh, 2,4% a mais do que em 2021. Esse crescimento foi impulsionado, principalmente, pelas classes residenciais (+2,0%), industriais (+0,8%) e comerciais (+6,6%), refletindo a recuperação econômica pós pandemia e o crescente aumento na utilização de novas tecnologias (EPE, 2023).

A norma ISO 50001 de 2018 propõe um Sistema de Gestão de Energia (SGE) que ajuda organizações, como universidades, a melhorar seu desempenho energético de forma contínua e mensurável. Sua implementação permite identificar ineficiências, reduzir custos operacionais e minimizar o impacto ambiental, promovendo uma cultura de sustentabilidade e facilitando o cumprimento de exigências regulatórias (Gonçalves, 2017).

A implementação da ISO 50001 nas unidades da General Motors (GM) na América do Sul trouxe resultados significativos, com destaque para a redução no consumo de energia por

veículo produzido em unidades como Rosário (5,1%), Quito (21%), Mogi das Cruzes (11,9%) e Gravataí (9,7%). As principais melhorias incluíram a substituição de motores antigos, automação de sistemas de *shutdown* e instalação de inversores de frequência, resultando também na mitigação de vazamentos e controle mais eficiente de medição de energia. Com isso, as unidades certificadas da empresa localizadas em Rosário (2013), Quito (2014), Mogi das Cruzes (2014) e Gravataí (2015) evitaram a emissão de 4.919,4 toneladas de CO<sub>2</sub> entre 2013, quando as primeiras certificações foram obtidas e 2020, ano de análise dos resultados das melhorias implementadas (Nunes *et al.*, 2020).

Para a definição dos Usos Significativos de Energia (USEs), foram utilizados dados provenientes de uma universidade modelo que já implementou trabalhos relacionados ao Sistema de Gestão de Energia (SGE). A instituição escolhida foi a Universidade de São Paulo (USP), cuja análise revelou a seguinte distribuição do consumo energético: equipamentos e microcomputadores correspondem a aproximadamente 51% do consumo total, seguidos pela iluminação, que representa 32%, e pelos sistemas de ar-condicionado, responsáveis por 17% do consumo (Saidel *et al.*, 2005).

A implementação das medidas fundamentais desse processo em uma oficina especializada em Portugal reduziu o consumo anual de energia nos compressores de 5388 kWh para 4483 kWh, resultando em uma economia de 127,18€ por ano, enquanto a substituição das lâmpadas atuais por LEDs na área de pintura reduziu o consumo de 2951,06 kWh para 1471,93 kWh, com uma economia de 206,88€. Além disso, em termos gerais de oficina, a troca das lâmpadas tradicionais por LED diminuiu o consumo anual de 10929,6 kWh para 1992,84 kWh, com uma economia de 1255,64€ (Carvalho, 2014).

Ao final da implementação da norma 50001 em uma oficina especializada em Portugal, o consumo anual de 91.173kWh ao custo de aproximadamente 18.095,6€ passará para 16.505,6€, representando uma economia de 8,8%. Embora as medidas aplicadas exijam um investimento inicial, o retorno financeiro é evidente (Carvalho, 2014).

Este trabalho tem como objetivo apresentar um modelo de implementação da norma ISO 50001:2018 em uma universidade brasileira, visando propor um sistema de gestão de energia (SGE) que adote uma abordagem sistemática para a melhoria contínua, conforme os princípios da ISO 50001:2018.

Não serão incluídas no estudo a análise financeira detalhada do investimento necessário para a implementação das melhorias, assim como aspectos relacionados a fontes de energia renovável, uma vez que o foco será na otimização do consumo energético existente.

## **2 Método de pesquisa e método de trabalho**

A seguir é apresentado a metodologia de pesquisa utilizada e o método de trabalho. Nesta seção a metodologia é classificada em relação às suas características e o método de trabalho é descrito com embasamento teórico.

### **2.1 Método de pesquisa**

Este trabalho é de natureza exploratória, visto que seu objetivo é compreender melhor os desafios e benefícios potenciais na implementação da ISO 50001:2018 em universidades, facilitando a busca de implementação de um sistema de gestão de energia (OLIVEIRA,2013) A pesquisa adota uma abordagem quali-quantitativa, combinando a análise de dados e com aspectos qualitativos, como a avaliação das práticas de gestão e a melhoria contínua (KAUARK *et al.*, 2010).

### **2.2 Método de trabalho**

Este trabalho tem como objetivo criar um plano de implementação desta norma que trata da gestão energética para universidades. Busca facilitar e melhorar sua implementação, garantindo a conformidade com as exigências legais e regulatórias, proporcionando uma base sólida para inovações e novas práticas na área (Jorge, 2024).

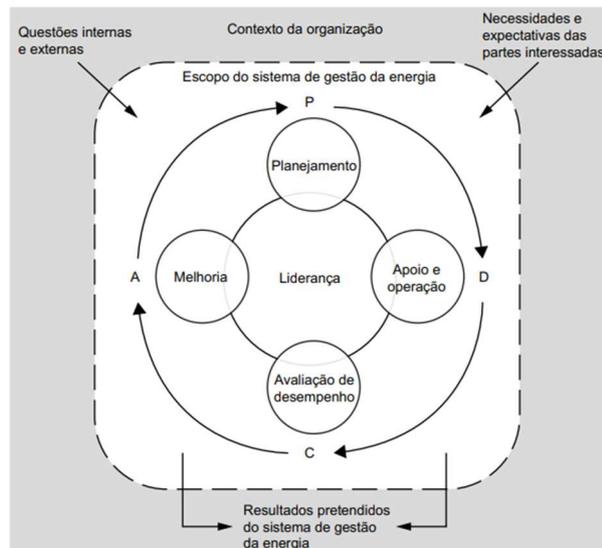
O problema central desta pesquisa são dificuldades, desafios e obstáculos enfrentado por universidades ao elaborarem um plano de implementação da norma ISO 50001. Estes entraves podem comprometer a eficiência da acreditação, dificultando a adequação às exigências normativas e a obtenção dos seus benefícios (Ribeiro, 2013).

O objetivo exploratório desta pesquisa é proporcionar maior familiaridade com o problema da gestão energética em universidades, tornando-o mais explícito. A pesquisa e enquadra como longitudinal pois analisa o cenário pré e pós implementação, com a finalidade de orientar ações futuras, permitindo identificar problemas e propor melhorias que possam prevenir ou minimizar o agravamento da situação (BORDALO, 2006).

A ISO 50001:2018 baseia-se no Sistema de Gestão de Energia (SGE), que estabelece diretrizes para melhorar o desempenho energético de uma organização. Esse sistema é baseado no ciclo de melhoria contínua PDCA (Planejar, Fazer, Verificar, Agir) que é amplamente

utilizado em diversas áreas de gestão para promover uma abordagem sistemática de planejamento, execução, monitoramento e correção de processos. (ISO 50001:2018) – Vide figura 1.

Figura 1 – Ciclo Plan-Do-Check-Act (PDCA)



NBR ISO 50001:2018 (ABNT, 2018).

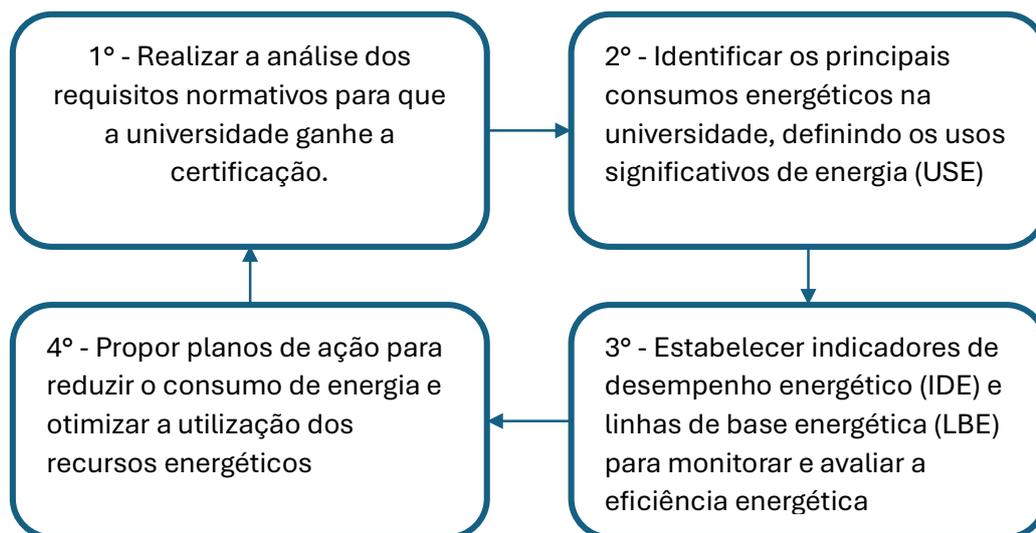
Onde:

O ciclo PDCA, conforme estabelecido pela norma, é um processo contínuo de melhoria do desempenho energético. No estágio inicial **P (Plan)**, a organização deve compreender seu contexto, estabelecer uma política energética clara, formar uma equipe de gestão de energia e identificar riscos e oportunidades. Também é necessário conduzir uma revisão energética, definir os usos significativos de energia (USE), indicadores de desempenho energético (IDE), linha de base energética (LBE), além de estabelecer metas e planos de ação para a melhoria contínua (ISO 50001:2018).

O estágio **D (Do)** envolve a definição do que deve ser implementado, como planos de ação, assegurando controles operacionais, de manutenção, comunicação e aquisição de acordo com o desempenho energético. No estágio **C (Check)**, a organização monitora, mede, analisa e avalia o desempenho energético e realiza auditoria, além de conduzir análises críticas para verificar a eficiência do sistema de gestão energético. Por fim, no estágio **A (Action)**, são adotadas ações corretivas para tratar não conformidades e garantir a melhoria contínua do desempenho energético e do SGE (ISO 50001:2018).

O método de trabalho está dividido em quatro etapas conforme Figura 2, baseado no desdobramento da Norma ISO 50001:2018: (i) Análise de requisitos; (ii) Identificar os gastos; (iii) Estabelecer indicadores; (iv) Propor plano de ação (ISO 50001:2018):

Figura 2 – Método de Trabalho



Fonte: O Autor (2024).

O presente trabalho busca estabelecer requisitos para avaliar a conformidade de um sistema de gestão de energia (SGE), conforme descrito na norma ISO 50001:2018. Para demonstrar a conformidade, a organização deve optar por uma das três abordagens possíveis, são elas: Realizar uma avaliação e autodeclaração, ou buscar a confirmação de sua conformidade ou autodeclaração pelas partes interessadas, como clientes, ou buscando a certificação de seu SGE por uma organização externa (ISO 50001:2018).

### 2.2.1 Análise dos Requisitos

O primeiro passo para a acreditação na norma ISO 50001:2018 é realizar uma análise dos requisitos da norma, identificando quais pontos a universidade já cumpre e quais ainda precisam ser atendidos (ISO 50001:2018). A análise de requisitos faltantes para a implementação da norma é crucial para identificar lacunas existentes e priorizar ações a fim de garantir a conformidade (Ribeiro 2023). O primeiro passo pode ser realizado por meio de uma auditoria energética, este processo é fundamental para identificar os requisitos necessários para que haja uma implementação de sistema eficaz (Jorge, 2024).

Nos requisitos gerais é estabelecido as bases de gestão de energia, incluindo o escopo, compromissos de liderança e responsabilidades organizacionais (ISO 50001:2018).

Na análise dos requisitos é implementado o planejamento, que consiste em estratégia e objetivos energéticos, com a formulação estratégica identificamos riscos e oportunidades, estabelecendo metas energéticas e de econômica em definição a linha de base energética, analisando contextualmente e definindo o escopo a ser trabalhado (ISO 50001:2018).

### **2.2.2 Mapeamento e Identificação dos Usos Significativos de Energia**

A segunda etapa para uma implementação de gestão energética eficaz é identificar os Usos Significativos de Energia (USE) dentro da organização. USE(s) são processos, equipamentos ou áreas que consomem uma quantidade substancial de energia e exercem um impacto significativo no desempenho energético (ISO 50001:2018). O objetivo principal da organização, com a aplicação do Sistema de Gestão de Energia é reduzir o consumo energético, sendo o primeiro passo a monitorização constante dos equipamentos com uso significativos de energia (Carvalho, 2014).

Para identificar os principais consumos energéticos em uma universidade, será utilizado um indicador de uso de energia por horários de utilização. A característica deste método, leva em consideração a sazonalidade de consumo e a baixa atividade em determinados horários. Este tipo de indicador destaca o consumo energético em detrimento dos horários de maior atividade, auxiliando no mapeamento mais preciso e para o desenvolvimento de estratégias de eficiência energética na instituição (Saidel *et al.*, 2005)

Na identificação de consumo energético por horário de utilização, são utilizadas diferentes metodologias de cálculo, utilizando modelos matemáticos para caracterizar e monitorar a eficiência de consumo em unidades consumidoras, os métodos são descritos a seguir (Saidel *et al.*, 2005).

### **2.2.3 Estabelecer indicadores**

Para garantir uma análise precisa e confiável é fundamental que a organização considere um período adequado para a coleta de dados, levando em conta ciclos operacionais, requisitos regulatórios e possíveis variáveis que impactem o trabalho. A normalização dos IDEs é uma prática essencial para permitir comparações consistentes e confiáveis, pois está diretamente relacionada a LBEs que deve ser ajustada para manter a integridade e precisão das avaliações de desempenho (ISO 50001:2018). Após a realização das medições, é necessário identificar,

registrar e priorizar as oportunidades de melhoria do desempenho energético. Com todos esses dados em mãos, pode-se, então, criar uma LBE e definir os IDEs (Carvalho, 2014).

Os IDEs são fundamentais para a implementação de um Sistema de Gestão de Energia, pois permitem medir e avaliar a eficiência energética de forma objetiva. Eles ajudam a identificar áreas de desperdício, monitorar o progresso de melhorias e garantir que as metas de redução de consumo sejam alcançadas de forma independente identificando áreas de desperdício e ineficiência. No modelo de implementação, esses indicadores são cruciais para fornecer dados concretos que guiarão as decisões estratégicas e a evolução contínua do SGE.

Os IDEs funcionando como um mecanismo de garantia e monitoramento contínuo. Elas fornecem dados objetivos e detalhados sobre o desempenho energético. Quando as ações de gestão energética não estão gerando os efeitos esperados, os indicadores revelam rapidamente as áreas que necessitam de ajustes ou melhorias, garantindo que o sistema se mantenha alinhado com as metas estabelecidas. Dessa forma, as IDEs não apenas monitoram o progresso, mas também facilitam a correção de desvios, promovendo a melhoria contínua e a sustentabilidade do desempenho energético ao longo do tempo.

#### **2.2.4 Propor plano de ação**

Na Quarta etapa da implementação, o foco é a proposição de planos de ação. Estes planos são elaborados com base na análise dos USE identificados previamente e as ações podem incluir diversas medidas como inclusão de novas tecnologias, atualização de equipamentos, conscientização e treinamento de colaboradores e muitos outros. (ISO 50001:2018). Nesta etapa, são propostos planos de ação baseados nos levantamentos anteriores. As melhorias sugeridas incluem a manutenção e atualização de diversos equipamentos, bem como a otimização do sistema de iluminação (Carvalho, 2014).

O plano de ação consiste nas etapas de execução, ação e avaliação essenciais para garantir a eficácia e a melhoria contínua do sistema de gestão de energia. A etapa de execução concentra-se na implementação das ações planejadas, priorizando o controle operacional e gerencial para assegurar a eficiência na aquisição e no uso dos recursos energéticos. Nessa fase, as estratégias são executadas de forma alinhada aos objetivos estabelecidos no planejamento, promovendo a otimização dos processos e a gestão eficiente da energia (ISO 50001:2018).

A etapa de ação foca na aplicação de medidas corretivas e preventivas, com o objetivo de promover a melhoria contínua do Sistema de Gestão de Energia (SGE). Essa etapa inclui a

revisão e atualização de processos, incorporando melhores práticas e realizando ajustes necessários para garantir a eficácia e a sustentabilidade do sistema ao longo do tempo (ISO 50001:2018).

Por fim a etapa de avaliação que é responsável por monitorar e medir o desempenho energético, realizar auditorias e verificar a conformidade com os requisitos legais e normativos. Geralmente conduzida pelo setor de qualidade, essa etapa garante a confiabilidade do sistema e fornece informações cruciais para identificar oportunidades de melhoria e assegurar que o SGE esteja em conformidade com os padrões estabelecidos (ISO 50001:2018).

A proposta de implementação da norma ISO 50001:2018 em uma universidade busca desenvolver um Sistema de Gestão de Energia (SGE) que atenda às particularidades de uma instituição de ensino superior.

O modelo conceitual será baseado na metodologia PDCA, conforme as diretrizes da ISO 50001:2018, visando a uma abordagem contínua de monitoramento, avaliação e melhoria. A proposta visa implementar um sistema eficiente de gestão energética e criar uma solução replicável, que possa ser aplicada em outras universidades ou instituições semelhantes.

A proposta de melhoria será baseada em tecnologias de eficiência energética disponíveis no mercado e que se adequem a uma universidade, entre elas está a substituição das lâmpadas convencionais pelas de LED, aquisição de equipamentos elétricos de alta eficiência, investimento em energia verde, em boas práticas de gestão energética e monitoramento singular de prédios de infraestrutura e ensino. Levando em conta as características operacionais da universidade e o seu uso de energia (Bonderud, 2021).

### **3.0 Aplicação prática**

#### **3.1 Análise de requisitos**

A análise dos requisitos envolve a implementação de um planejamento estratégico, que é essencial para o alcance da acreditação da norma ISO 50001:2018. Nesse processo, é formulada uma estratégia com objetivos energéticos claros, alinhados com as metas de redução de consumo e eficiência. A partir dessa formulação estratégica, são identificados os riscos e as oportunidades, com o objetivo de estabelecer metas energéticas e de economia. Esse planejamento inclui a definição da LBE a qual serve como parâmetro para a comparação do desempenho ao longo do tempo. Além disso, é realizada uma análise contextual, considerando os fatores internos e externos da organização, e define-se o escopo do sistema de gestão de

energia a ser implementado, abrangendo todas as áreas e processos relevantes para a melhoria contínua (ISO 50001:2018).

Para implementar um novo sistema de gestão de energia (SGE) em uma universidade, conforme os princípios da norma apresentada neste trabalho, é essencial realizar a medição preliminar do consumo energético. A medição serve como ponto de partida para estabelecer uma LBE, criando um nível inicial médio para comparações e resoluções futuras.

### **3.2 Mapeamento e Identificação dos Usos Significativos de Energia**

A segunda etapa é a identificar os gastos, a medida inicial deve considerar o consumo dos principais consumidores, identificando os Usos Significativos de Energia (USE) que em uma universidade são: iluminação, climatização e equipamentos laboratoriais (inclui-se computadores), que representam a maior parcela do consumo total.

Entre os principais Usos Significativos de Energia (USEs) está a iluminação, sendo uma das principais estratégias, a substituição de lâmpadas convencionais, como as incandescentes para lâmpadas LED. Este tipo de lâmpada além de consumir consideravelmente menos energia, possui uma vida útil significativamente maior, reduzindo também os custos de manutenção. Além disso, a automação da iluminação por meio de sensores de presença e temporizadores em áreas de uso intermitente, como corredores e banheiros, possibilita o acionamento inteligente das luzes, evitando desperdícios. Outra prática recomendada é a máxima utilização do uso de luz natural nos ambientes, ajustando cortinas e persianas para otimizar a entrada de luz solar, reduzindo assim a necessidade de iluminação artificial.

Esta etapa deve incluir oportunidades de atualização tecnológica, ajustes operacionais, práticas de manutenção e comportamentos de consumo eficiente que contribuam para a redução de desperdícios e o aumento da eficiência energética. Essa abordagem estruturada permite que a organização de ensino priorize investimentos e implemente melhorias de forma direcionada e eficiente, maximizando o impacto das ações e alinhando-se aos objetivos estratégicos de gestão de energia (Brasil, 2017).

### **3.3 Estabelecer Indicadores**

A análise dos dados iniciais obtidos permitirá a criação de IDE específicos, como os apresentados anteriormente: PCR, PCT, CMM, CMF, CMA, DMM, que servirão para identificar mudanças e estabelecer melhorias mais eficientes alinhadas com as metas de economia.

Esses indicadores oferecem orientações práticas para que as organizações atendam aos requisitos da NBR ISO 50001 no uso e manutenção dos IDEs e das LBEs. Através desses elementos inter-relacionados, é possível medir e monitorar de forma eficaz as variações no desempenho energético, permitindo uma gestão mais eficiente e alinhada com as metas de eficiência estabelecidas pela organização.

A linha de base energética representa os valores iniciais das variáveis energéticas que servem como referência para a organização avaliar as mudanças do desempenho energético ao longo do tempo. As linhas funcionam como parâmetros de calibração no sistema SGE, permitindo a comparação entre o consumo inicial e os valores registrados no final de um período. Durante esta etapa, as LBE podem ser atualizadas para representarem melhor o desempenho no novo período, ajustando-se às condições operacionais e às variáveis de interesse.

O correto dimensionamento do LBE é de grande importância para mensurar com precisão e assertividade a economia gerada pelos investimentos em eficiência energética. Existem diversos métodos para estabelecer uma LBE que represente bem a organização como análise histórica de consumo, modelagem estatística, medição e verificação, análise de regressão e estabelecimento de período de referência. (Leite, 2010).

Independentemente da abrangência do indicador utilizado, a determinação do consumo de energia evitado, ou da energia economizada, resulta da comparação entre os indicadores medidos e a linha de base, seguida de um ajuste ou efeito iterativo, conforme ilustrado na Equação 7 (Leite, 2010).

$$EEcon = ELB - EMP \pm A$$

Equação 7 – Energia economizada (Leite, 2010).

Onde:

EEcon: Energia Economizada;

ELB: Energia hipotética da linha de base;

EMP: Energia medida no período;

A: Ajustes das condições operacionais;

Pode-se dizer que o IDE é uma métrica que relaciona o desempenho da universidade ao seu consumo de energia, conectando a eficiência das atividades institucionais ao uso energético.

Neste contexto, definimos que o IDE são os indicadores PCR, PCT, CMM, CMF, CMA e DMM, pois fornecem métricas específicas e mensuráveis sobre o consumo de energia em diferentes contextos e comparações. Esses indicadores permitem uma avaliação detalhada do desempenho energético ao longo do tempo, possibilitando a comparação com a LBE e a identificação de oportunidades de melhoria contínua.

A primeira etapa na criação e monitoramento dos IDEs é a definição de intervalos de coleta, os quais são definidos intervalos regulares para a coleta de dados, como diário, semanal, mensal ou até anual, dependendo da relevância e da variabilidade dos dados energéticos. Este intervalo deve ser adequado para capturar variações sazonais (como os semestres), padrões de uso, clima, reformas, eventos, feriados e mudanças na grade curricular.

Após definir o intervalo de coleta, deve-se ser definido o método de medição e coleta dos dados, utilizando medidores inteligentes e sistemas de monitoramento que permitam a coleta automática dos dados nos intervalos de tempo específicos.

Com os dados, se aplica a comparação com a Linha de Base Energética que compara os valores atuais de cada IDE com a LBE previamente estabelecidas. A linha serve como referência e qualquer desvio significativo em relação a ele pode indicar uma oportunidade ou melhoria.

Após a identificação dos USEs, descritos no passo da identificação de custos, o próximo passo é a definição dos IDEs. Esses indicadores são métricas específicas que permitem medir a eficiência energética ao longo do tempo, estabelecendo parâmetros claros para avaliar o impacto das ações implementadas. Entre os principais IDEs a serem considerados, destacam-se:

### **PCR (Energia no período Reservado/kWh)**

O PCR, é um dos métodos mais simples de avaliação do uso da eletricidade, ele avalia o consumo durante o período reservado em comparação ao total de energia consumida na unidade, ajudando a identificar o uso ineficiente da energia elétrica (Saidel *et al.*, 2005). Esse indicador pode ser aplicado em horários de ponta e fora de ponta, exigindo que as informações de consumo sejam separadas conforme os horários de interesse (Morales, 2017)

$$PCR = \frac{\text{Energia no período reservado (kWh)}}{\text{Energia total da instalação(kWh)}}$$

Equação 1 – PCR (Saidel *et al.*, 2005).

O PCR auxilia na implementação de políticas de desligamento automático de equipamentos e sistemas quando não estão sendo utilizados, durante horários ociosos e no planejamento de manutenção para esses períodos (Saidel *et al.*, 2005).

### **PCT (índice percentual de consumo total)**

Já o PCT avalia a proporção de energia ativa da unidade em relação ao total de energia fornecida pela concessionária, chamada de Carga Útil de Abastecimento do Sistema Operacional (CUASO), sendo utilizada para realizar ajustes na eficiência e no planejamento energético (Saidel *et al.*, 2005).

$$PCT = \frac{\text{Energia ativa da unidade}(kWh)}{\text{Energia da Carga útil de abastecimento do sistema operacional} (kWh)}$$

Equação 2 – PCT (Saidel *et al.*, 2005).

Este indicador identifica perdas ou ineficiências no sistema elétrico, orientando melhorias no planejamento energético e ajustes técnicos, como correção de fator de potência ou reconfiguração de sistemas (Saidel *et al.*, 2005).

### **CMM (Consumo médio mensal)**

CMM representa o consumo médio mensal, relacionando o consumo do período com a área construída útil, permitindo avaliar se demanda por energia está adequada ao espaço (Saidel *et al.*, 2005).

$$CMN = \frac{\text{Energia média mensal}(kWh)}{\text{Área construída} (m^2)}$$

Equação 3 – CMN (Saidel *et al.*, 2005).

O consumo médio mensal permite identificar setores ou prédios que consomem energia de forma desproporcional ao seu tamanho, possibilitando intervenções como modernização de equipamentos ou ajustes de ocupação (Saidel *et al.*, 2005).

### **CMF (Consumo médio mensal por funcionário)**

Mais indicado para área administrativas e de uso exclusivo para funcionários o CMF relaciona o consumo médio mensal ao número de funcionários, ajudando a identificar padrões de consumo em diferentes unidades (Saidel *et al.*, 2005).

$$CMF = \frac{\text{Energia média mensal (kWh)}}{\text{Número de funcionários}}$$

Equação 4 – CMF (Saidel *et al.*, 2005).

O indicador CMF ajuda a monitorar práticas individuais ou coletivas que impactam o consumo, incentivando treinamentos e conscientização dos colaboradores para redução de desperdícios. Sendo seu foco no comportamento e nas necessidades energéticas associadas à presença e ao uso dos funcionários (Saidel *et al.*, 2005).

### **CMA (Consumo médio mensal por aluno)**

O CMA analisa o consumo de energia em relação ao número de alunos, sendo mais útil em áreas de ensino e de alta presença estudantil (Saidel *et al.*, 2005).

$$CMA = \frac{\text{Energia média mensal } (\frac{kW}{h})}{\text{Número de alunos}}$$

Equação 5 – CMA (Saidel *et al.*, 2005).

O indicador CMA serve para medir a eficiência do consumo de energia elétrica em relação ao número de alunos em uma instituição educacional. Sendo seu foco no comportamento e nas necessidades energéticas associadas à presença e ao uso dos alunos (Saidel *et al.*, 2005).

### **DMM (Demanda máxima mensal por m<sup>2</sup>)**

DMM é a análise macro de consumo energético, ele representa a maior demanda registrada ao longo do mês, ajustada conforme área construída, permitindo a verificação do valor ideal de demanda por m<sup>2</sup> a fim de padronizar valores (Saidel *et al.*, 2005).

$$DMM = \frac{\text{Demanda máxima mensal (kW)}}{\text{Área construída (m}^2\text{)}}$$

Equação 6 – CMA (Saidel *et al.*, 2005).

Este indicador permite verificar se o dimensionamento de sistemas elétricos, como transformadores e geradores, está adequado, além de identificar áreas com picos de consumo

elevados em comparação com sua área de construção, possibilitando a otimização do consumo por meio de ajustes na infraestrutura elétrica (Saidel *et al.*, 2005).

A análise de tendências e desempenho é o acompanhamento contínuo dos dados gerados pelos IDEs permitindo identificar padrões e tendências no consumo de energia ao longo do tempo. Para isso, ferramentas de análise de dados, como gráficos de linha e *dashboards* iterativos e relatórios periódicos, são essenciais pois permitem a visualização e interpretação de forma clara as mudanças e padrões de desempenho energético, apoiando a tomada de decisões informadas a dados para otimização do consumo.

Com os indicadores definidos e a LBE estabelecida, o acompanhamento contínuo do desempenho energético é essencial. A análise constante dos dados também ajuda a ajustar as metas de economia de energia e a garantir que a universidade esteja sempre alinhada com seus objetivos de eficiência energética.

### 3.4 Propor Plano de Ação

A elaboração de uma "lista de oportunidades" de melhoria de desempenho energético consiste em identificar e registrar ações específicas que possam otimizar o uso de energia, com foco nos USEs (Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, 2017).

Conforme a organização implementa novas práticas ou tecnologias, ajustes periódicos na LBE podem ser necessários para refletir as condições operacionais atualizadas, garantindo que o IDE permaneçam relevantes e proporcionem uma análise precisa do desempenho energético. A elaboração de relatórios regulares que registrem o desempenho dos IDEs e identifiquem áreas de melhoria oferece uma visão abrangente do progresso em direção às metas energéticas e apoia a tomada de decisões sobre ajustes operacionais e novos investimentos (Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, 2017).

Em propostas de melhorias, faz-se necessário direcionar esforços para aprimorar o consumo de energia em áreas de alto impacto, como iluminação, climatização e equipamentos laboratoriais, incluindo computadores. Essas ações buscam, além da redução de custos operacionais, o fortalecimento de uma cultura de sustentabilidade e o incentivo ao uso racional dos recursos entre alunos, professores e funcionários.

Para a implementação das mudanças propostas, deve-se considerar os custos que englobam despesas com as auditorias, aquisição de equipamentos modernos e mais eficientes, instalação de sistemas de monitoramento além de treinamentos para capacitar as equipes.

Embora o investimento inicial possa parecer elevado, é de suma importância considerá-lo como um investimento a longo prazo, uma vez que os ganhos obtidos com a redução de consumo energético minimizando os desperdícios resultam em retornos financeiros consideráveis.

No que tange a climatização, recomenda-se a substituição dos aparelhos ar-condicionado antigos por modelos novos com tecnologias de economia como no caso do Dual Inverter e afins. A automação dos sistemas de climatização permite o controle adequado de temperatura e o ajuste em função da ocupação e da variação climática externa, promovendo um uso racional e eficiente da energia. A manutenção regular dos sistemas é fundamental para garantir que os equipamentos operem com eficiência e com menor consumo, prevenindo perdas decorrentes de filtros obstruídos, vazamentos e componentes desgastados.

A implementação de zonas de climatização, dividindo o campus em setores com demandas específicas, torna o sistema mais eficiente ao evitar o uso excessivo em áreas de baixa ocupação. Outra alternativa é a construção de novos prédios ou até a realização de reformas verdes, que auxiliam o controle de temperatura natural, diminuindo a necessidade de condicionamento de ar por meios artificiais.

Para os equipamentos laboratoriais e computadores, recomenda-se implementar políticas de aquisição que priorizem itens com certificação de eficiência energética como o certificado Portaria nº170/2012 do INMETRO que dispõe especificamente sobre a conformidade de bens de informática assegurando um menor consumo de energia tanto em funcionamento quanto em modo de espera.

É importante implementar políticas de desligamento automático e modos de economia de energia para equipamentos inativos, o que traz impactos significativos, especialmente em laboratórios de informática, onde longos períodos de inatividade frequentemente acarretam consumo desnecessário de energia. Além disso, conscientizar e capacitar os usuários para adotarem práticas de consumo eficiente é essencial para reduzir o desperdício de energia.

Após a implementação das medidas propostas, deve-se realizar o estudo de medida do consumo energético para avaliar a eficácia das ações implementadas. Essa etapa de medição contínua permite acompanhar o desempenho da instituição em relação à LBE estabelecida no início do trabalho. Com a coleta dos dados dos USEs, previamente identificados, como iluminação, climatização e equipamentos laboratoriais, verifica-se os IDEs e se estes alcançaram as metas de economia estabelecidas.

As medidas sistemáticas pós implementação ajudam a comparar os resultados obtidos com os indicadores iniciais, como PCR, PCT, CMM, CMF, CMA e DMM, o que possibilita identificar melhorias concretas e eventuais desvios que possam comprometer os objetivos do SGE. Essa prática também garante que qualquer aumento na demanda seja tratado de forma proativa, mantendo o controle sobre os custos operacionais e a sustentabilidade da instituição.

Além disso, os relatórios contínuos oferecem dados essenciais para auditorias de desempenho, fornecendo uma visão clara e detalhada sobre os impactos das ações aplicadas. Este acompanhamento fortalece e incentiva a universidade a manter o compromisso com as propostas de melhoria.

#### **4 Conclusão**

Levando em consideração que as instituições de ensino buscam constantemente meios mais ecológicos e sustentáveis, buscando o desenvolvimento de um sistema de gestão energética eficiente, alinhado com as normas vigentes, oferece oportunidades significativas para melhorar a responsabilidade ambiental e reduzir os custos operacionais. O objetivo proposto foi alcançado, pois foi desenvolvido um modelo de implementação da norma ISO 50001:2018, focando na melhoria dos requisitos mais críticos do ambiente estudado. Portanto, justifica-se a aplicação do método PDCA para aplicar ferramentas com comprovação empírica, mediante ao fato da garantia bibliográfica da eficácia das implementações propostas.

##### **4.1 Comentários**

Os objetivos do trabalho foram alcançados com sucesso, pois o modelo proposto de implementação da norma ISO 50001:2018 foi devidamente estruturado, focando na identificação de usos significativos de energia (USE), no estabelecimento de IDE e na proposição de planos de ação eficazes. O uso da metodologia PDCA demonstrou ser uma escolha adequada, proporcionando um ciclo contínuo de melhoria para a gestão energética na universidade. Além disso, o modelo desenvolvido tem potencial replicável, beneficiando outras instituições de ensino superior ao promover eficiência energética, redução de custos operacionais e sustentabilidade ambiental.

Os objetivos específicos do trabalho foram alcançados, destacando-se a criação de um modelo replicável para a implementação da norma em universidades brasileira. Este modelo fornece diretrizes claras para a gestão de energia, identificando ineficiências e oportunidades de melhoria e permitindo a adaptação às especificidades de diferentes instituições. Ademais foi

possível desenvolver estratégias práticas e efetivas que contribuem para a redução de custos operacionais e a otimização do consumo energético.

#### 4.2 Sugestões futuras

Para o futuro, é recomendável a expansão do modelo apresentado podendo incorporar tecnologias avançadas como sistemas baseados em inteligência artificial que podem proporcionar maior precisão no monitoramento e controle automatizado de equipamentos. Essas iniciativas devem ser acompanhadas de análises econômicas detalhadas que avaliem o custo-benefício e o retorno sobre o investimento, garantindo que as propostas sejam viáveis e sustentáveis a longo prazo.

#### Referências:

ALTOÉ, L, *et al.* Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 31, n. 89, p. 285-297, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 50001:2018: Sistemas de gestão de energia: Requisitos com orientação para uso**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

BASSANI, M. L.; OSORIO, R. S. A proteção ambiental como efeito indireto do sistema de gestão de energia ISO 50001. **Revista de Direito Internacional**, v. 14, n. 3, 2017.

BONDERUD, D. To build sustainable campuses, efficient energy management is critical. **EdTech Magazine**, [s. l.], 2021 aug, 31. Disponível em: <https://edtechmagazine.com/higher/article/2021/08/build-sustainable-campus-efficient-energy-management-critical-perfcon>. Acesso em: 18 nov.2024.

BORDALO, A. A. Estudo transversal e/ou longitudinal. **Revista Paraense de Medicina**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 5, 2006.

BRASIL, Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. **Guia para aplicação da norma ABNT NBR ISO 50001: Gestão de energia**. 2017. Disponível em: [https://www.gov.br/compras/pt-br/agente-publico/logistica-publica-ustentavel/materiais-de-apoio/biblioteca-digital/GuiaparaaplicaodanormaABNTNBRISO50001\\_GestodeEnergia.pdf](https://www.gov.br/compras/pt-br/agente-publico/logistica-publica-ustentavel/materiais-de-apoio/biblioteca-digital/GuiaparaaplicaodanormaABNTNBRISO50001_GestodeEnergia.pdf). Acesso em: 29 nov. 2024.

CARVALHO, D. J. P. B. de. **Implementação de um Sistema de Gestão de Energia a uma Empresa do Ramo Automóvel Segundo a Norma em ISO 50001**. 2014. Dissertação (Mestrado) — Universidade de Coimbra, Portugal, 2014.

EPE. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2023: ano base 2022**. Rio de Janeiro: EPE, 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/anuario-factsheet.pdf>. Acesso em: 15 set. 2024.

GONÇALVES, V. A. D. S. **Sistema de gestão da energia ISO 50001: 2011 e desenvolvimento sustentável energético** (Doctoral dissertation, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa), 2017.

JIN, Y., *et al.* An energy management maturity model for China: Linking ISO 50001: 2018 and domestic practices. **Journal of Cleaner Production**, 290, 125168, 2021.

JORGE, U. K. D. A. **Gestão de energia para eficiência energética no setor público**, 2024.

KAUARK, F. DA S., MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. Metodologia da Pesquisa: **Um guia prático**. Bahia: Via Litterarum, 2010.

LEITE, F. C. Modelamento da eficiência energética para o gerenciamento sustentável no setor industrial pela medição e verificação (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo), 2010.

MORALES, C. **Indicadores de consumo de energia elétrica como ferramentas de apoio à gestão: classificação por prioridades de atuação na Universidade de São Paulo** (Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo), 2007.

NUNES, D. A. *et al.* Gestão de energia e a ISO 50001: Ações entre duas organizações de setores diferenciados. **The Journal of Engineering and Exact Sciences – jCEC**, v. 6, n.1, p. 36-41, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.18540/jcecvl6iss1pp0036-0041>. Acesso em: 29 nov. 2024.

OLIVEIRA, M. M. D. **Como fazer pesquisa qualitativa**. In *Como fazer pesquisa qualitativa*. p. 232-232, 2013.

Pinto, Á. B. A. **A gestão da energia com a norma ISO 50001**, 2014.

RIBEIRO, João Daniel Soares de Oliveira Taveira. **Implementação e acreditação da norma ISO/IEC 17025: 2017 num laboratório industrial funcional**. 2023. Tese de Doutorado.

SAIDEL, Marco Antonio; FAVATO, Leonardo Brian; MORALES, C. Indicadores energéticos e ambientais: Ferramenta importante na gestão da energia elétrica. In: **Congresso Brasileiro De Eficiência Energética**. 2005.