

Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO NO BRASIL: UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

*ENERGY EFFICIENCY IN PUBLIC EDUCATIONAL INSTITUTIONS IN BRAZIL: A BIBLIOGRAPHICAL STUDY**EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN PÚBLICA EN BRASIL: UN ESTUDIO DE LITERATURA***Emily Haley Gomes Firmino ¹ & Ingrid Heloisa da Silva Alves ²**¹²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará¹emily.haley.gomes07@aluno.ifce.edu.br ²ingrid.alves@ifce.edu.br

ARTIGO INFO.

Publicado: 03.12.2024**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade; Gestão de energia; Energia limpa; Instituição de ensino.**KEYWORDS:** Sustainability; Energy management; Clean energy; Educational institution.**PALABRAS CLAVE:** Sostenibilidad; Gestión energética; Energía limpia; Institución educativa.***Autor Correspondente:** Firmino, E. H. G.

RESUMO

A eficiência energética consiste no uso racional da energia e está diretamente relacionada com o desenvolvimento sustentável. Instituições de ensino são centros responsáveis pela transmissão de conhecimento científico e de informações, e, dessa forma, podem fornecer exemplos práticos de sustentabilidade para a comunidade interna e externa. Esse trabalho tem o objetivo de verificar como o tema eficiência energética tem sido tratado e aplicado em instituições de ensino e quais os impactos que essa discussão tem causado na própria instituição, em seus usuários e na sociedade. Para isso, foi realizado um levantamento de artigos científicos publicados em revistas desde 2023, que apresentem exemplos de abordagens de análise, implementação e conscientização, além de possíveis melhorias sugeridas e aplicadas para contribuir com a eficiência energética em instituições de ensino e com o debate sobre a sustentabilidade. Pode-se perceber as diferentes abordagens utilizadas para discutir eficiência energética, algumas atuando no ensino, outras na pesquisa e outras na extensão ou aplicação prática. A disseminação de informações sobre eficiência energética nesse meio contribui para um ambiente de aprendizado participativo, promove o estímulo do ensino sobre educação ambiental, além de incentivar os usuários das instalações a adotarem práticas sustentáveis, como o uso racional de energia.

ABSTRACT

Energy efficiency consists of the rational use of energy and is directly related to sustainable development. Educational institutions are centers responsible for transmitting scientific knowledge and information, and thus can provide practical examples of sustainability to the internal and external community. This work aims to verify how the topic of energy efficiency has been treated and applied in

educational institutions and what impacts this discussion has caused on the institution itself, its users and society. To this end, a survey of scientific articles published in journals since 2023 was carried out, which present examples of analysis, implementation and awareness approaches, in addition to possible improvements suggested and applied to contribute to efficiency in educational institutions of energy and to the debate on sustainability. We will be able to understand the different approaches used to discuss energy efficiency, some participating in teaching, others in research and others in extension or practical application. The dissemination of information on energy efficiency in this environment contributes to a participatory learning environment, promotes the stimulation of teaching on environmental education, in addition to encouraging users of the facilities to adopt sustainable practices, such as the rational use of energy.

RESUMEN

La eficiencia energética consiste en el uso racional de la energía y está relacionada con el desarrollo sostenible. Las instituciones educativas son centros encargados de transmitir conocimientos e información científica, de modo que puedan dar ejemplo de sostenibilidad a la comunidad interna y externa. Este trabajo tiene como objetivo verificar cómo se ha tratado y aplicado el tema de la eficiencia energética en las instituciones educativas y qué impactos ha tenido esta discusión en la propia institución, sus usuarios y la sociedad. Para ello, se realizó un levantamiento de artículos científicos publicados en revistas desde 2023, que presentan ejemplos de análisis, implementación, enfoques de sensibilización, así como sugerencias y mejoras aplicadas para contribuir a la eficiencia en las instituciones de educación energética y el debate sobre sostenibilidad. Podemos comprender los diferentes enfoques utilizados para discutir la eficiencia energética, algunos enfocados a la docencia, otros a la investigación y otros a la extensión o aplicación práctica. La difusión de información sobre la eficiencia energética en este entorno contribuye al aprendizaje participativo, promueve la educación ambiental y también anima a los usuarios de las instalaciones a adoptar prácticas sostenibles, como el uso racional de la energía.

INTRODUÇÃO

A utilização da energia tem apresentado papel fundamental no desenvolvimento e prosperidade da humanidade. Contudo, nas últimas décadas, a preocupação com a sustentabilidade na sua produção e no seu consumo tem sido evidentes (Weise & Hornburg, 2015). Isso pode ser observado pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos para a Agenda 2030 pelos estados membros da Organização das Nações Unidas (ONU), como por exemplo o ODS 7, de energia limpa e acessível, e o ODS 11, cidades e comunidades sustentáveis (Nações Unidas Brasil, 2024).

Tendo em vista o aumento crescente da demanda de energia aliado aos desafios relacionados à produção para atender a essa demanda, a busca pela eficiência energética tem se mostrado estratégia fundamental. Os setores da sociedade têm procurado formas de explorar racionalmente os recursos e aumentar o uso de energias renováveis e limpas, que são consideradas inesgotáveis e que não emitem gases de efeito estufa, respectivamente. Isso também se traduz em uma maior segurança energética, ou seja, no adequado atendimento dessa demanda (Alves, 2023).

A eficiência energética consiste na obtenção de um serviço utilizando menos energia, ou seja, o uso racional do recurso (Costa & Andrade Júnior, 2021). Seu alcance depende de medidas de melhoria de produtos e processos envolvidos tanto na produção quanto na demanda (International Energy Agency [IEA], 2014). Pode ser promovida tanto por fatores técnicos, como melhoria na tecnologia, quanto a fatores não técnicos, relacionados a alterações na gestão organizacional e no comportamento (World Energy Council, 2010). A aplicação dos conhecimentos da engenharia, economia e administração na análise de sistemas energéticos permite a promoção da eficiência energética (Marques et al., 2007).

De acordo com Kruger et. al (2011), instituições de ensino são centros responsáveis pela transmissão de conhecimento científico e de informações. Nesse sentido, pode fornecer exemplos práticos de sustentabilidade para a comunidade interna e externa. A discussão sobre eficiência energética nessas instituições é essencial para contribuir com a conscientização e disseminação do conhecimento sobre o tema. Isso pode ser proposto por meio de atividades de ensino, pesquisa e extensão, realizadas tanto em sala de aula como através da implementação de programas de eficiência energética em suas instalações. A aplicação, nesse caso, traz benefícios adicionais, como redução de custos com o consumo de energia. Deve-se observar que nesses locais há um elevado consumo devido a iluminação, utilização de equipamentos de informática e climatização (Agência Regional da Energia e Ambiente da Região Autônoma da Madeira (AREAM, 2013).

Essa preocupação é relevante principalmente quando se trata de instituições públicas de ensino, que sofrem frequentemente com cortes orçamentários que comprometem seu funcionamento (Martins et al., 2015; IFCE, 2022). A implementação da eficiência energética pode contribuir para o equilíbrio das contas públicas e com a sustentabilidade organizacional, uma vez que impacta na esfera social, econômica e ambiental (D'Albuquerque et al., 2017).

Dessa forma, é importante que seja realizada uma avaliação de como o tema eficiência energética tem sido tratado e aplicado em instituições de ensino e quais os impactos que essa discussão tem causado na própria instituição, em seus usuários e na sociedade. Assim, o objetivo deste artigo é realizar um levantamento de artigos científicos que apresentem exemplos de abordagens de análise, implementação e conscientização, além de possíveis melhorias sugeridas e aplicadas para contribuir com a eficiência energética em instituições de ensino e com o debate sobre a sustentabilidade.

REFERÊNCIAL TEÓRICO

A crise do petróleo, ocorrida na década de 70, motivou muitas das medidas de eficiência energética aplicadas ao redor do mundo. A partir dessa crise, diversos países industrializados se empenharam para captar recursos financeiros para financiar atividades e projetos voltados para eficiência energética (Souza et al., 2011).

O Brasil se tornou referência internacional relacionado a programas de eficiência energética devido a sua coerência de programas nacionais que combinam adesão voluntária com legislação compulsória (Souza et al., 2009). Visando promover a eficiência energética, há diversos programas com iniciativas voltadas para incentivar o uso racional de energia e minimizar o desperdício, sendo fundamental para o desenvolvimento sustentável do país, com impacto não somente ambiental, mas também social e econômico (Figura 1).

Figura 1. Linha do tempo de criação de iniciativas nacionais de eficiência energética



Fonte: Autores.

Uma das iniciativas pioneiras voltada para combater a crise do petróleo foi o Programa Nacional de Álcool (Proálcool), lançado em 1975. De acordo com Nascimento (2015), esse programa surgiu em decorrência da busca pela diversificação das fontes energéticas e tinha como foco principal a substituição da gasolina pelo álcool.

Ressaltando a importância de implementar políticas que incentivassem a eficiência energética e reduzir o consumo excessivo de energia, o governo brasileiro criou em 1984 o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). Coordenado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), o PBE tem como objetivo instruir os consumidores sobre informações relevantes dos produtos, considerando características de desempenho dos mesmos, e avaliar o consumo de energia dos equipamentos (Gomes et al., 2019). Por meio da melhoria contínua, o PBE visa otimizar o processo de qualidade dos equipamentos

eletrodomésticos, atuando através de etiquetas informativas sobre a eficiência energética dos produtos, possibilitando que os consumidores possam optar por produtos com maior eficiência, resultando assim na economia dos custos de energia (Souza et al., 2009).

Em 1985, foi criado o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), destinado a combater o desperdício de energia e a promover ações de eficiência energética nas áreas da economia (Nascimento, 2015). O PROCEL utiliza recursos da Eletrobrás, empresa que executa o programa, da Reserva Global de Reversão (RGB) e de fundos internacionais para destinar a projetos de eficiência energética. Com isso, são desenvolvidos subprogramas que se destacam nas áreas de iluminação pública, gestão energética, desenvolvimento tecnológico e outros segmentos que incentivam a adoção de projetos com a mesma finalidade (Souza et al., 2009). Após a criação do PROCEL, foram introduzidos outros programas como o PROCEL NA INDÚSTRIA, o PROCEL – EDIFICA e o SELO PROCEL, que tem como finalidade sinalizar os produtos que são considerados eficientes, diferenciando índices de eficiência energética categoricamente (PROCEL, 2011).

Outro programa existente é o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET), uma iniciativa do Ministério de Minas e Energia (MME) e coordenada pelos representantes do Governo Federal. O CONPET foi criado com o intuito de promover a utilização racional de fontes de energia não renováveis em diversos setores, a fim de disseminar o uso do gás natural como combustível, reduzir o consumo do diesel, além de introduzir uma educação sustentável e consciente no uso dos recursos naturais (Poveda, 2007).

Além de muitos programas, existem leis e decretos que reforçam o apoio a introdução de medidas para a racionalização de energia e a melhoria do uso das fontes energéticas. A Lei nº 9.478 de 6 de agosto de 1997, que instituiu o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), define em seu artigo 1º a proteção do meio ambiente e a conservação da energia como um dos princípios estabelecidos. O CNPE também tem como atribuição a promoção do aproveitamento de recursos energéticos do país, de forma racional e eficaz (Nascimento, 2015).

A Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, conhecida popularmente de “Lei da Eficiência Energética”, tinha como objetivo inicial a preservação ambiental e estabelecer o controle na destinação de insumos energéticos. Por meio do decreto nº 4.059/2001 passou a ser responsável pelos indicadores máximos ou mínimos de eficiência energética em aparelhos fabricados ou distribuídos no Brasil (Brasil, 2001).

A Lei nº 11.465, de 28 de março de 2007, foi criada a fim de exigir que concessionárias de energia invistam parte da receita em eficiência energética e pesquisa científica. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) é responsável por fiscalizar essas ações para reduzir o consumo de energia e promover tecnologias eficientes (Brasil, 2007).

No que diz respeito a busca e implementação da eficiência energética em instituições de ensino de forma mais específica, uma iniciativa interessante foi realizada pela Agência

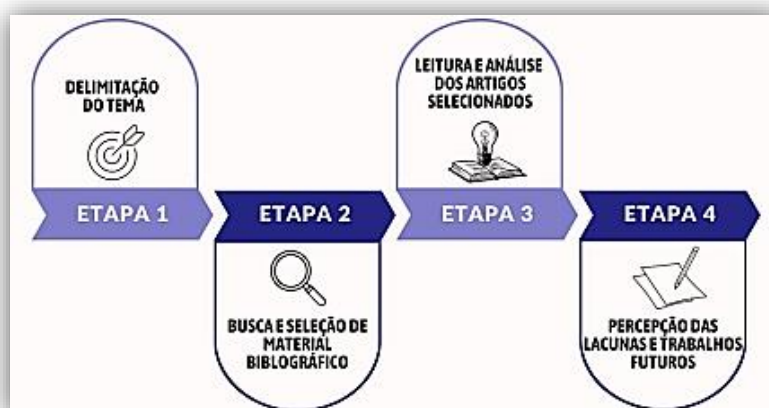
Regional da Energia e Ambiente da Região Autónoma da Madeira (AREAM), que desenvolveu um guia para as escolas disseminando estratégias para melhoria da eficiência energética em suas instalações, de modo a contribuir para a redução do custo de energia e redução de impactos ambientais (AREAM, 2013).

Tendo conhecimento de muitos programas e leis que promovem à eficiência energética, fica evidente o apoio e o incentivo nacional para a propagação dessas medidas e sua importância para o meio ambiente e a sociedade. Instituições, sejam de qualquer setor, que participam e implementam essas iniciativas, além de regularizar a atuação junto aos órgãos legisladores e fiscalizadores, promovem melhorias em seus processos e produtos, redução de custos e desperdícios, economia de tempo e, de forma direta ou indireta, conscientização sobre sustentabilidade.

METODOLOGIA

Para o atendimento do objetivo proposto, o presente trabalho foi dividido em quatro etapas principais (Figura 2). Na primeira etapa foi definido o tema principal, eficiência energética, e sua aplicação, instituições de ensino.

Figura 2. Etapas de execução do trabalho



Fonte: Autores.

A segunda etapa consistiu na procura por material bibliográfico dentro do tema proposto. A busca foi realizada na base de dados Google Acadêmico utilizando as seguintes combinações de palavras como palavras-chave: “eficiência energética na escola” e “eficiência energética na universidade”.

A pesquisa bibliográfica consiste em investigar as publicações que tratam de determinado objeto de estudo, permitindo a avaliação do estado da arte. Possibilita a verificação dos resultados de obras já publicadas e a construção de novas possibilidades de pesquisa para atualizar o tema (Sousa et al., 2021).

A revisão bibliográfica é o primeiro passo de uma pesquisa científica (Sousa et al., 2021) e se baseia em outras produções, como artigos e livros, que apresentam conhecimentos relevantes sobre o tema (Gonçalves, 2020). Essa investigação é realizada como forma de

catalogar os trabalhos realizados, permitindo uma comparação e análise com um novo enfoque e possibilitando, inclusive, obter novos resultados (Gil, 2002).

Como critério de inclusão, foram avaliados apenas os artigos publicados em revistas científicas desde o ano de 2023 até atualmente. O objetivo desse critério foi identificar as pesquisas que têm sido desenvolvidas no último ano e com isso observar o andamento e a atualização da discussão sobre esse tema. Também foram estabelecidos critérios de exclusão, considerando apenas os artigos que correspondiam ao tema e aplicação objeto de estudo, ou seja, eficiência energética em instituições de ensino. Além disso, foi selecionada uma amostra de quatro artigos por palavra-chave, seguindo a ordem de relevância definida pelo Google Acadêmico. Assim, a busca resultou em 8 artigos envolvendo diferentes abordagens de estudo e aplicação da eficiência energética em instituições de ensino.

A etapa seguinte foi a realização da leitura dos artigos encontrados, buscando responder as seguintes perguntas: qual o tipo de instituição de ensino foi aplicado o estudo? Quais foram as medidas propostas para contribuir com a discussão da eficiência energética? Quais foram os impactos da pesquisa para a instituição e sociedade?

Dessa forma, foi realizada uma análise qualitativa dos artigos, em busca de detalhes a respeito da metodologia utilizada e resultados obtidos, de modo a exemplificar a forma como a eficiência energética tem sido tratada na teoria e prática nas instituições de ensino. Com isso, foi possível identificar lacunas e possibilidades de trabalhos futuros dentro desse assunto, resultando na última etapa de desenvolvimento deste trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram executadas as etapas de desenvolvimento deste trabalho e aplicados os critérios para seleção dos artigos científicos, conforme estabelecido na metodologia (Quadro 1).

Quadro 1. Lista de artigos consultados com autor e ano de publicação

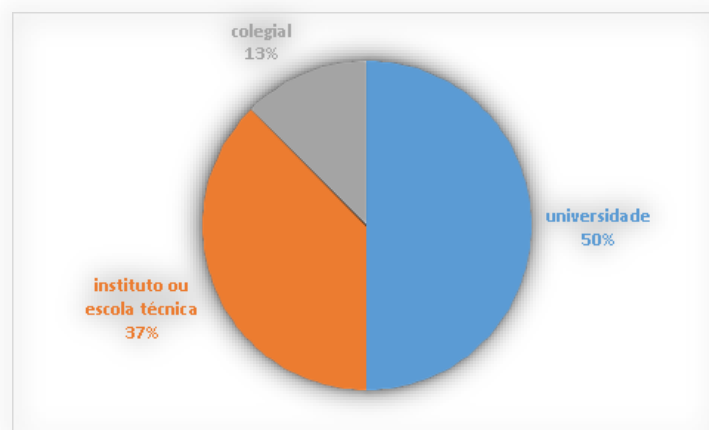
Título do artigo	Autores e ano de publicação
Análise da aplicação de políticas setoriais voltadas à eficiência energética e à geração distribuída na Universidade Federal do ABC	Colombo et al., 2023
Avaliação da eficiência energética, econômica e ambiental da substituição de lâmpadas fluorescentes por LED em uma Instituição de ensino: um estudo de caso	Ucker et al., 2023
Extensão universitária na pandemia: tecnologias digitais para o ensino de eficiência energética e proteção climática	Souza et al., 2023
Estudo de viabilidade para substituição de monitores com tecnologia CRT e LCD por LED	Gonçalves et al., 2023
Análise de eficiência energética em luminárias	Souza et al., 2023
Proposta de eficiência energética para a escola técnica SENAI de Ribas do Rio Pardo-MS	Pangoni e Barbosa, 2023
Metodologias ativas: uma prática no ensino da eficiência energética	Carvalho et al., 2023
Building automation using programmable logic controllers to contribute to energy efficiency in an academic unit at UEA	Freitas et al., 2023

Fonte: Autores.

Entre os artigos presentes na amostra considerada, percebeu-se que a maioria dos estudos foram voltados para universidades (50%), mas também esteve presente em institutos ou escolas técnicas (37%) e, em menor proporção, colegial (13%) (Figura 3). Isso demonstra que

pode estar ocorrendo uma menor ênfase às iniciativas de implementação e conscientização da eficiência energética neste último nível de ensino e instituição, o que pode comprometer com o desenvolvimento da mentalidade sustentável desde os primeiros anos de estudo.

Figura 3. Tipos de instituição de ensino objeto de estudo nos artigos consultados



Fonte: Autores.

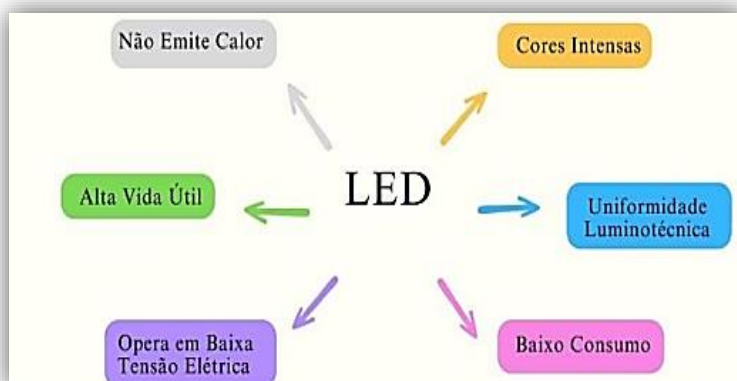
Enquanto alguns dos artigos consultados foram desenvolvidos com o objetivo de implementar ou simular a implementação de políticas de eficiência energética em instituições de ensino, outros foram voltados para conscientização e aumento de entendimento da comunidade sobre o tema. Com relação as metodologias aplicadas, percebeu-se que foram variadas, apresentando estudos de caso, pesquisa de opinião, coleta de dados, simulação, aplicação de metodologias ativas no ensino, entre outras formas de execução e análise.

Ucker et al. (2023) avaliaram em uma instituição técnica de ensino a influência das lâmpadas utilizadas para a eficiência energética, econômica e ambiental. Foi realizada uma comparação de lâmpadas LED com lâmpadas fluorescentes, observando que enquanto as lâmpadas LED apresentavam maior eficiência, a iluminação diminuía, porém no caso estudado não foi necessário aumentar o número de lâmpadas uma vez que não afetou as necessidades das instalações. Além disso, ressaltou o impacto prejudicial da radiação ultravioleta emitida pelas lâmpadas fluorescentes e a preocupação com o descarte, uma vez que nestas há a presença de mercúrio. Com base na estimativa de uso mensal, verificou-se que a utilização de lâmpadas LED promoveria uma economia de 43,75% no consumo de energia e 35,17% no custo de manutenção em relação ao uso de lâmpadas fluorescentes.

Um estudo similar foi desenvolvido por Colombo et al. (2023). Estes analisaram, através de dados e simulações analíticas e computacionais, a aplicação de políticas de eficiência energética em uma universidade, como o uso de geração distribuída fotovoltaica e a implementação do retrofit do sistema de iluminação, que consiste na substituição das lâmpadas fluorescentes por LED. A utilização da geração distribuída resultou em uma economia com energia de 9,75% e a aplicação das lâmpadas LED uma economia de energia de 47,05%, resultando, como consequência, em uma economia financeira significativa. Segundo os autores, os resultados econômicos obtidos podem incentivar outras instituições de ensino a aplicarem as medidas propostas.

Souza et al. (2023) buscaram avaliar, através de um equipamento denominado Start Source e do software Source, o consumo de energia no uso de uma lâmpada fluorescente e de uma lâmpada LED em um laboratório de uma universidade, observando que a lâmpada de LED permitiu uma economia no consumo de eletricidade, assim como no seu custo que nesse caso chegou a 56% em relação ao uso de lâmpadas fluorescentes. Essa iniciativa, ressaltam os autores, além de diminuir o consumo de energia elétrica contribui com a sustentabilidade uma vez que a menor necessidade de energia elétrica reduz a emissão de dióxido de carbono. Gonçalves et al. (2023) verificaram o impacto da substituição de monitores CRT e LCD por LED em uma universidade. Para isso, foi realizado um levantamento a quantidade de monitores de cada tecnologia e o consumo mensal equivalente, observando que com a substituição por LED resulta em uma economia de 28,08% do custo com eletricidade. Foi verificada também a viabilidade econômica da substituição desses monitores, que não foi alcançada para o objeto de estudo considerando a vida útil prevista desses aparelhos e o valor necessário de investimento. Foi proposto que, à medida que seja necessária a substituição dos aparelhos, priorizar o da tecnologia LED e assim ir realizando essa permuta para uma tecnologia mais sustentável (Figura 4).

Figura 4. Características da tecnologia LED



Fonte: Gonçalves et al. (2023)

A pesquisa realizada por Pangoni e Barbosa (2023) foi promovida em uma escola técnica e profissionalizante e focou na otimização de sistemas de ar-condicionado para reduzir o consumo de energia. Os pesquisadores identificaram que os aparelhos de ar-condicionado estavam superdimensionados, causando desconforto térmico e consumo excessivo. Recalculando a carga térmica e substituindo os equipamentos por modelos mais eficientes, conseguiram reduzir a carga térmica em 43,28% e o consumo mensal de energia em mais de 30%. A pesquisa aumentou a conscientização sobre sustentabilidade, gerou economia de custos e melhorou a infraestrutura. O impacto do programa se estende à sociedade, promovendo a conservação de energia e a adoção de práticas sustentáveis, servindo como exemplo para outras instituições.

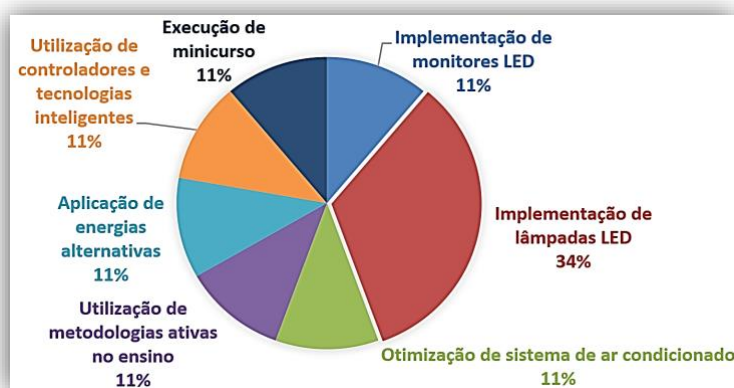
Freitas et al. (2023) em sua análise de consumo de energia elétrica em uma universidade revelou um aumento considerável durante o segundo semestre letivo em comparação com o primeiro. Foi identificado que a iluminação e a climatização das salas de aula, que são

acionadas de forma manual, podem levar a um uso inapropriado de energia. Um estudo realizado com estudantes e professores indicou que a maioria está preocupada com o desperdício de energia e apoia a implementação de sistemas mais eficientes. Foi desenvolvido um modelo inicial de sistema de gestão de energia que utiliza CLP, IHM e a assistente de voz Alexa, integrando um controle inteligente e sensores de presença para otimizar o consumo de energia e melhorar a eficiência energética nas salas de aula. Este estudo contribuiu para a redução de despesas, aumentou a conscientização sobre eficiência energética e inovou a gestão de eletricidade. Além de promover práticas mais sustentáveis, também incentivou a adoção de tecnologias inovadoras.

No artigo desenvolvido por Carvalho et al. (2023) foi discutido o uso de metodologias ativas no ensino da eficiência energética, aplicando a metodologia com a utilização de problemas reais do mercado de trabalho na disciplina de Fontes Alternativas e Eficiência Energética do curso técnico integrado de Eletrotécnica de um instituto federal, argumentando que elas são mais eficazes do que métodos tradicionais. Esse estudo destaca exemplos de como essas abordagens foram aplicadas em sala de aula, através de estudos de caso e projetos práticos envolvendo pesquisa de informações adicionais sobre eficiência energética, acesso a sites educacionais e compartilhamento de materiais de estudo, resultando em maior engajamento dos alunos, participação nas aulas e desenvolvimento de habilidades práticas. Eles enfatizam a importância de conectar o ensino com desafios do mundo real e concluem que as metodologias ativas melhoram a compreensão e a motivação dos alunos.

Na pesquisa de Souza et al. (2023), realizada por alunos de uma universidade, foi aplicada em duas escolas da rede pública, em turmas de sexto e sétimo ano, com o intuito de conscientizar os estudantes sobre a importância do uso racional de energia e da proteção climática. Foi implementado um minicurso utilizando a plataforma Google for Education, com aulas síncronas via Google Meet e utilizando materiais como cartilhas e um jogo digital sobre energia e emissões. Os alunos foram convidados a refletir sobre os temas estudados e propor ações para reduzir o consumo de energia em suas casas ou escolas. Essas medidas contribuíram para um ambiente de aprendizado participativo, onde fica perceptível a importância da parceria universidade e escola, promovendo o ensino de diversos temas, como a educação ambiental. Resultou, assim, em um maior interesse dos alunos e uma melhor compreensão dos temas abordados, além de incentivar os alunos a adotarem práticas sustentáveis, como o uso racional de energia.

Com base nos trabalhos mencionados, pode-se perceber as diferentes abordagens utilizadas para discutir eficiência energética em instituições de ensino, algumas atuando no ensino, outras na pesquisa e outras na extensão ou aplicação prática. Como pode ser observado na Figura 5, foram propostas diferentes formas de lidar com o assunto.

Figura 5. Principais medidas de eficiência energética propostas nos artigos consultados

Fonte: Autores.

A principal iniciativa tratada na amostra de artigos considerada foi a de atuar na iluminação das instituições, ressaltando a tecnologia LED como forma de contribuir para a sustentabilidade em suas esferas econômicas, ambiental e social. De qualquer forma, todas iniciativas possibilitam, como impacto positivo, o aumento de conscientização dos usuários das instalações e a disseminação de conhecimento sobre eficiência energética. É importante que estudos similares, envolvendo ensino, pesquisa e extensão, continuem sendo desenvolvidos para que a sociedade compreenda cada vez mais do que se trata a eficiência energética e como cada um pode contribuir para um mundo sustentável. As instituições de ensino, nesse sentido, apresentam papel fundamental de ser uma ponte para tornar acessível o conhecimento e a conscientização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dado o exposto, pode-se concluir que a busca pela eficiência é fundamental em qualquer cenário, pois além de otimizar os recursos disponíveis, resulta na redução do desperdício de energia. Dessa forma, aderir e incentivar a busca pela eficiência energética, implementando medidas sustentáveis, são ações cruciais para garantir a disponibilidade de recursos naturais, além de promover melhorias na economia e garantir qualidade de vida através da redução do consumo de energia e diminuição dos impactos ambientais.

Nesse eixo, uma medida relevante a ser adotada é promover a discussão sobre eficiência energética nas instituições de ensino, disseminando, assim, informações acerca do assunto e proporcionando uma troca mútua de ideias e propostas para contribuir com a redução do uso excessivo de energia nestas instituições, diminuindo o impacto ambiental e ampliando a conscientização dos alunos, funcionários e sociedade quanto a suas responsabilidades sociais.

Conforme analisado nesse trabalho, os estudos sobre leis e incentivos de programas nacionais de eficiência energética servem para validar a importância da implementação de medidas sustentáveis no meio social e traz à tona os benefícios evidentes ao inserirmos essas medidas em instituições de ensino. A disseminação de informações sobre eficiência energética nesse meio contribui para um ambiente de aprendizado participativo, promove o estímulo do ensino sobre educação ambiental, além de incentivar os usuários das instalações a adotarem práticas sustentáveis, como o uso racional de energia. É importante que essas iniciativas continuem a envolver atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Com relação a possibilidades de trabalhos futuros, observou-se, com a análise da amostra dos artigos científicos consultados, que é importante direcionar os estudos de eficiência energética não só para as universidades, mas também para institutos técnicos, escolas e colégios, com atividades e análises adequadas a cada nível. Além disso, é importante que as instituições percebam a importância de implementar de fato as medidas propostas e com isso ter acesso real a seus benefícios ambientais e econômicos. Um maior debate e disseminação de informação para a comunidade externa também é um significativo fator de conscientização, podendo, para isso, disponibilizar cursos, palestras e outras atividades.

REFERÊNCIAS

- Alves, I. H. da S. & Soares, J. B. da S. (2023). Fundamentos da energia mecânica hidráulica e sua aplicação. Fortaleza: EDIFCE.
- Agência Regional da Energia e Ambiente da Região Autônoma da Madeira. (2013). Guia para a Eficiência Energética e a Qualidade do Ar Interior na Escola. 48p.
- Brasil. (2001). Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre política nacional de conservação e uso racional de energia. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 out. 2001. Seção 1, p. 1.
- Brasil. (2007). Lei nº 11.465, de 28 de março de 2007. Altera os incisos I e III do caput do art. 1º da Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, prorrogando, até 31 de dezembro de 2010, a obrigação de as concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica aplicarem, no mínimo, 0,50% (cinquenta centésimos por cento) de sua receita operacional líquida em programas de eficiência energética no uso final. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 mar 2007. Seção 1, p. 1.
- Carvalho, R. S. de, Oliveira, R. A. de, Lima, e. C. P., & Santos, B. F. S. dos. (2023). Metodologias ativas: uma prática no ensino da eficiência energética. *Revista Expressão Científica (REC)*, 8(1), 76-87.
- Colombo, J. V. S., Trigos, F. B. M., & Benedito, R. da S. (2023). Análise da aplicação de políticas setoriais voltadas à eficiência energética e à geração distribuída na Universidade Federal do ABC. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 19(55), 1-20.
- Costa, J. dos S., & Andrade, L. M. L. de, Jr. (2021). Eficiência energética aplicada ao consumo de eletricidade: Um estudo de revisão bibliográfica. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 4, p. e26210414085-e26210414085.
- D'Albuquerque, M. A. N., Silva, R. M. da, & Gomes, M. de L. B. (2017). Eficiência energética em uma edificação pública: uma análise das possibilidades. *Sistemas & Gestão*, 12(4), 462-470.
- Freitas, L. S. de, Melquiades, D. R. Vieira, M. A. T., Torné, T. G., Cardoso, F. de S., & Ferreira, A. M., Sobr. (2023). Building automation using programmable logic controllers to contribute to energy efficiency in an academic unit at UEA: Automação predial utilizando controladores lógicos programáveis para contribuir com a eficiência energética em uma unidade acadêmica da UEA. *Concilium*, 23(6), 232-243.
- Gil, A. C. (2002). Como elaborar projetos de pesquisa. 4 ed. São Paulo: Atlas.
- Gomes, A. C., Wanderley, V. de S. A., Matos, V. S., Cortes, L. R. C., Monteiro, F. A. M., & Soriano, F. R. (2019). Programa brasileiro de etiquetagem: breve panorama. Recuperado de https://www.peteletricaufu.com.br/static/ceel/artigos/artigo_425.pdf.
- Gonçalves, J. R. (2020). Como elaborar uma resenha de um artigo acadêmico ou científico. *Revista JRG de Estudos Acadêmicos*. Ano III, 3(7), 95-107.
- Gonçalves, J., Tosin, C. E., Cunha, M. D., Dalcanton, F. & Mello, J. M. M. de. (2023). Estudo de viabilidade para substituição de monitores com tecnologia CRT e LCD por LED. *Revista Acta Ambiental Catarinense*, 20(1), 1-10.
- International Energy Agency. (2014). Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency. Paris: IEA.
- IFCE. (2022). Conif emite nota sobre corte orçamentário nos recursos da Rede Federal. Recuperado de <https://ifce.edu.br/noticias/conif-emite-nota-sobre-corte-orcamentario-nos-recursos-da-rede-federal>.
- Kruger, S. D., Freitas, C. L. de, Pfitscher, E. D., & Petri, S. M. (2011). Gestão ambiental em Instituição de Ensino Superior-Uma análise da aderência de uma instituição de ensino superior comunitária aos objetivos da agenda ambiental na administração pública (A3P). *Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL*, 4(3), 44-62.
- Lima, G. M. (2017). Fontes alternativas de energia. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A. 192p.

- Marques, M. C. S., Haddad, J., & Guardia, E. C. (2007). Eficiência energética: teoria & prática. Universidade Federal de Itajubá: FUPAI. 244 p.
- Martins, I. G., Ribeiro, J. R., & Paulista, P. H. (2015). Aplicação de Ferramentas da Qualidade para Redução de Desperdício de Energia em uma Instituição Pública Federal. *Revista Cientific@ Universitas*, 3(2).
- Nações Unidas Brasil. (n.d.). Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Recuperado de <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>.
- Nascimento, R. L. (2015). Política de eficiência energética no Brasil. Brasília: Consultoria Legislativa. Recuperado de <https://storage.topten.eco.br/source/1/4xnRau5RSxoM7npg1rTmb4pEWyiwfHTI.pdf>.
- Pangoni, F., & Barbosa, A. T. R. (2023). Proposta de eficiência energética para a escola técnica SENAI de Ribas do Rio Pardo-MS. *Latin American Journal of Energy Research*, v. 10, n. 1, p. 33-45.
- Poveda, M. (2007). Eficiência energética: recurso no aproveitado. OLADE. Quito. Recuperado de <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0054.pdf>.
- Sousa, A. S. de Oliveira, G. S. de, & Alves, L. H. (2021). A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. *Cadernos da FUCAMP*, 20(43).
- Souza, A de, Guerra, J. C. C., & Kruger, E. L. (2011). Os programas brasileiros em eficiência energética como agentes de reposicionamento do setor elétrico. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 7(12), 1-7.
- Souza, C. M. P. de, Pitta, A. J. do C., Emanuel, P. C. da S., Silva, W. C. da, Jr. (2023). Análise de eficiência energética em luminárias. *Revista Sinergia*, 24(1).
- Souza, H. M. de, Leonelli, P. A., Pires, C. A. P, Souza, V. B., Jr. & Pereira, R. W. L. (2009). Reflexões sobre os principais programas em eficiência energética existentes no Brasil. *Revista Brasileira de energia*, 15(1), 1.
- Souza, R. T. de, Madruga, K. C. R., Geremias, R. & Knopker, M. (2023). Extensão universitária na pandemia: tecnologias digitais para o ensino de eficiência energética e proteção climática. *Educação e Pesquisa*, 49, 1-21.
- Ucker, F. E., Esteves, D. C. F. R., Esteves, L. R. R., Ucker, L. C. F., & Matias, R. K. (2023). Avaliação da eficiência energética, econômica e ambiental da substituição de lâmpadas fluorescentes por led em uma instituição de ensino—um estudo de caso. *Enciclopedia Biosfera*, 20(46), 45-58.
- World Energy Council. (2010). Energy efficiency: a recipe for success. London. 2010.