

Panorama sobre o uso da ISO 50001 como modelo de Gestão Energética em Instituições de Ensino: Um Estudo Bibliométrico de 2011 a 2023.

ALESSANDRO DE ALMEIDA

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

DIEGO MATIAS PINHEIRO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

ROBERTA DALVO PEREIRA CONCEIÇÃO

GILSON PEDRO RANZULA

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Introdução

A energia elétrica é essencial para as atividades humanas. Com o esgotamento de fontes não renováveis de energia há uma crescente busca por fontes renováveis e pelo uso eficiente da energia elétrica. A eficiência energética surge como uma ferramenta de baixo custo e impacto relevante para reduzir os gastos com energia. A norma ISO 50001 foi desenvolvida para melhorar o desempenho energético, sendo amplamente aceita por empresas industriais, no entanto sua aplicação em escolas e instituições de ensino seja um campo emergente de pesquisa necessitando maiores pesquisas sobre o assunto.

Problema de Pesquisa e Objetivo

Embora sua aplicação em escolas e instituições de ensino seja um campo emergente de pesquisa, estudos têm mostrado seu potencial para melhorar a gestão de recursos e a conformidade com requisitos legais, além de contribuir para a imagem corporativa e a competitividade. Este artigo busca elaborar um panorama atual do cenário de implementação da norma ISO 50001, bem como sua possível utilização em instituições de ensino, visando preencher lacunas de pesquisa e contribuir para futuros projetos nessa área.

Fundamentação Teórica

A eficiência energética representa um dos principais componentes para a conservação de energia, compreendendo numa variável resultante na relação entre fatores econômicos, políticos e sociais. De fato, um Sistema de Gestão Energética a luz da Norma ISO 50001 atua na redução do consumo de energia, e como efeito a redução da emissão dos gases de efeito estufa, possibilitando a melhoria contínua de seu sistema de performance energética. No mais, políticas nacionais, regionais e globais têm sido fomentadas e implementadas para facilitar sua adoção frente aos resultados positivos obtidos.

Metodologia

Uma pesquisa bibliométrica foi conduzida para analisar artigos científicos sobre a ISO 50001 - Sistemas de Gestão da Energia. A pesquisa abrangeu a busca de artigos nas bases Web of Science e Scopus, usando palavras-chave específicas. A análise dos resultados foi realizada com o software RStudio e a extensão Biblioshiny, permitindo métricas bibliométricas e visualização de dados. O Excel também foi utilizado para categorização das áreas de estudo relevantes relacionadas à eficiência energética. Critérios de exclusão foram aplicados para remover artigos irrelevantes ou duplicados.

Análise dos Resultados

Após a análise, pôde-se observar que a esmagadora maioria dos estudos são voltadas ao setor de produção industrial (63%), seguidos por “Estudos sobre a Norma”, com apenas 9%. Outro fato que chamou a atenção é que apenas 4% dos artigos encontrados são estudos relacionados ao uso das diretrizes da ISO 50001 em instituições de ensino, ou seja, apenas 9 artigos referem-se a este tema, evidenciando um grande descompasso entre pesquisas do ramo da eficiência energética em Instituições de Ensino que possam se beneficiar de um sistema de gestão energética baseado nas diretrizes da norma.

Conclusão

Foi possível perceber que a quantidade de publicações relacionadas ao uso da norma tem aumentado desde o seu lançamento em 2011, contudo, ainda é um número relativamente baixo, sendo um fator relevante na busca por maiores esclarecimentos sobre o porquê deste assunto não está sendo mais estudado. A análise dos artigos demonstrou também que as pesquisas se concentraram principalmente no setor industrial em comparação às outras áreas de aplicação. Outro destaque foi a baixa quantidade de artigos que abordam a utilização da ISO 50001 em Instituições de Ensino, necessitando mais estudos a respeito.

Referências Bibliográficas

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 50001: Sistemas de gestão da energia - Requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro, 2018; BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Guia de Eficiência Energética em Edifícios Públicos. Brasília – DF, 2022.; BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Guia prático: conceitos e ferramentas de gestão e auditoria energéticas. Brasília, ed. 1, p. 80, 2015. ISBN 978-85-7738-251-4.; LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. Eficiência energética na arquitetura. 3ª ed. São Paulo: PW Editores, 2014.

Palavras Chave

ISO 50001 , Energy , Management

Agradecimento a órgão de fomento

Ao Programa de Pós-graduação em Gestão e Estratégia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Panorama sobre o uso da ISO 50001 como modelo de Gestão Energética em Instituições de Ensino: Um Estudo Bibliométrico de 2011 a 2023.

Overview of the Use of ISO 50001 as an Energy Management Model in Educational Institutions: A Bibliometric Study from 2011 to 2023

Resumo

O estudo visa traçar um panorama bibliográfico do perfil dos Sistemas de Gestão Energéticas (SGE) baseados na ISO 50001, tendo como universo as produções científicas nas bases de periódicos *Web of Science* e *Scopus*, em publicações realizadas nos últimos 12 anos (2011 – 2023), relativas ao tema proposto. A metodologia adotada foi uma pesquisa com abordagem qualitativa aplicada com as técnicas bibliométricas, através da análise dos dados usando o Software RStudio, aliando-se a pesquisa descritiva. Desta forma, foi possível perceber que os estudos sobre a ISO 50001 vêm crescendo ao longo dos anos, demonstrando preocupação das organizações quando ao seu desempenho energético, no entanto a quantidade de publicações sobre o assunto ainda é pequena, tendo em vista a proposta da norma ser preparar as organizações com critérios que visam este fim. Também pôde-se observar que mais de 63% das organizações que usam as diretrizes da norma são de cunho Industrial e, embora a ISO 50001 seja uma norma valiosa para melhorar a eficiência energética, sua aplicação em Instituições de Ensino ainda não é tão difundida. Muitas instituições, especialmente escolas de pequeno porte, podem não estar familiarizadas com a norma ISO 50001 e seus benefícios. A falta de conscientização sobre a existência e importância da norma, recursos financeiros limitados, além da falta de um corpo técnico com conhecimentos em eficiência energética pode dificultar sua adoção em Instituições de Ensino.

Palavras-chaves: ISO 50001, *Energy*, *Management*.

Abstract

The study aims to provide a bibliographic overview of the profile of Energy Management Systems (EMS) based on ISO 50001, focusing on scientific publications in the Web of Science and Scopus databases over the past 12 years (2011 - 2023) related to the proposed theme. The adopted methodology involved a qualitative approach using bibliometric techniques, with data analysis conducted using RStudio software, combined with descriptive research. In this way, it was possible to observe that research on ISO 50001 has been steadily increasing over the years, indicating organizations' concern regarding their energy performance. However, the number of publications on the subject is still relatively small, considering the norm's aim to prepare organizations with criteria for this purpose. Furthermore, it was noted that more than 63% of organizations applying the norm's guidelines are of an industrial nature. Although ISO 50001 is a valuable standard for improving energy efficiency, its adoption in educational institutions is not as widespread. Many institutions, especially smaller schools, may not be familiar with ISO 50001 and its benefits. The lack of awareness about the existence and importance of the standard, limited financial resources, and the absence of technical expertise in energy efficiency can hinder its implementation in educational institutions.

Keywords: ISO 50001, *Energy*, *Management*.

1 INTRODUÇÃO

A energia é certamente indispensável às atividades humanas e, por esta razão, tornou-se indispensável discutir os desafios energéticos trazidos à tona por alterações climáticas e ambientais (LAMBERTS, 2014). Sabendo disso, a gestão de um processo industrial ou residencial, o baixo consumo de energia e a sustentabilidade da operação são apenas alguns dos principais desafios dos gestores contemporâneos.

De acordo com o Portal Canal Energia, o Relatório do mercado de eletricidade 2023 publicado pela Agência Internacional de Energia nos mostra que depois de uma ligeiramente desaceleração de 2% na demanda global de eletricidade o crescimento esperado nos próximos três anos seja de uma aceleração aproximada em 3%, tendo como previsão as energias renováveis e a nuclear sendo os principais fornecedores da demanda mundial.

Já no Brasil o crescimento do consumo elétrico também tem apresentado crescimento significativo, seguindo a tendência mundial. Segundo o Anuário Estatístico De Energia Elétrica 2023, ano base 2022, o consumo total de energia elétrica no Brasil foi de 509 Terawatt-hora (TWh), cerca de 2,4% maior do que no ano anterior (EPE, 2023).

Além disso, através do Atlas da Eficiência Energética – Brasil 2022, pôde se constatar que o setor industrial ainda é o maior consumidor de energia elétrica do país. No entanto a evolução do consumo das edificações, composta pelos setores residencial, comercial e público também foi significativamente elevado. Este setor responde por 1/6 do consumo de energia total do Brasil tendo a principal fonte de energia utilizada nas edificações a eletricidade.

No ano de 2021, as residências utilizaram 45% de eletricidade, 23% GLP e 26% de lenha; já os edifícios comerciais e públicos utilizam majoritariamente a eletricidade com 92% de participação, sendo nesse segmento onde está o maior potencial de eficiência elétrica (EPE, 2022).

Ademais, geralmente edifícios públicos ou privados retratam oportunidades consideráveis de redução de tarifas de energia elétrica através do gerenciamento da instalação, adoção de equipamentos mais eficientes, mudança no hábito dos usuários, assim como projetos arquitetônicos que visam o melhor aproveitamento dos recursos naturais existentes (BRASIL, 2022).

Nesse contexto, as Instituições de Ensino Superior (IES) enfrentam uma crescente pressão da sociedade nas transformações em prol da sustentabilidade. Segundo a análise de Sousa, Carniello e Araújo (2012), as IES desempenham um papel estratégico como organizações com responsabilidades sociais.

Através de suas atividades nas áreas de ensino, pesquisa e extensão, elas têm o propósito de conscientizar a comunidade sobre a importância de seu envolvimento na tomada de decisões para promover as mudanças e transformações necessárias em prol do Desenvolvimento Sustentável das regiões onde atuam.

Portanto, é crucial avaliar quão eficazes são essas mudanças, a fim de que essas instituições se tornem exemplos inspiradores, estimulando outras a seguirem o mesmo caminho. (BRANDLI *et al.*, 2012).

Visando esta redução econômica, o governo federal por meio do Ministério de Minas e Energia vêm realizando um trabalho de conscientização do uso da norma NBR ISO 50001 como ferramenta de apoio a práticas que possam minimizar os custos com energia elétrica em administrações públicas (BRASIL, 2022).

A NBR ISO 50001 é uma norma internacional que estabelece práticas para a implantação de Sistemas de Gestão de Energia Elétrica nas empresas e organizações contendo diversas orientações que auxiliam na implementação de um modelo de gestão energética em instituições interessadas em buscar um uso mais eficiente dos seus recursos energéticos.

Neste contexto, o presente trabalho apresentará um estudo bibliométrico que visa avaliar o cenário atual de implementação e uso da NBR ISO 50001, bem como sua utilização em Instituições de Ensino.

A elaboração de um panorama de utilização desta norma tornará possível identificar as tendências de pesquisas na área e compreender o que os autores estão discutindo sobre o tema atualmente, contribuindo para identificar as lacunas de pesquisas e possibilitando a continuidade de projetos de pesquisa sobre o tema (DE ARAUJO; SCAFUTO, 2021).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Eficiência Energética

Segundo a Agência Internacional de Energia (AIE), a eficiência energética é definida como "a relação entre a quantidade de energia utilizada para realizar uma tarefa ou fornecer um serviço e a quantidade de energia total disponível para essa finalidade". Isso implica em maximizar a produção ou resultado final, utilizando menos energia possível.

Considerando o contexto histórico, a eficiência energética nem sempre foi uma prioridade, uma vez que o custo associado a um gestor de energia e a implementação de um sistema de gestão energética era mais elevado do que a economia que esse sistema poderia gerar. Isso ocorria porque o valor da energia consumida para a produção era considerado muito baixo (SCHULZE *et al.*, 2016).

Atualmente, cada vez mais empresas despertaram para esta nova realidade e passaram a empenhar-se em atividades atreladas ao gerenciamento de energia, compreendendo que um bom sistema de gestão de energia poderia ser o diferencial para se ter uma maior produtividade consumindo menos de seus recursos energéticos.

Não sem motivo, nos últimos anos, dedicou-se grande atenção em diferentes setores de negócio para desenvolver um sistema padrão para gestão de energia. Como ainda não foi desenvolvido um método geral para aplicação de um sistema de gerenciamento de energia, que seja aplicável e abranja todas as áreas, Schulze *et al.* (2016) analisaram mais de 40 artigos de estudos práticos, na sua maioria em indústrias ao redor do globo, que se encaixassem no tema "sistema de gestão de energia".

Destacam que os estudos demonstraram a necessidade de uma estratégia e de uma política energética de longo tempo, um planejamento energético e o estabelecimento de objetivos claros relacionados à diminuição dos gastos de energia na empresa, somente assim, um sistema de gestão de energia teria resultados satisfatórios.

Atualmente, a eficiência energética adquiriu um status de relevância global, sendo incorporada às políticas energéticas da maioria das nações, refletindo uma crescente preocupação com o meio ambiente. Como resultado relevante, foi percebido ao longo do tempo que os mesmos serviços proporcionados pela energia (iluminação, força motriz e aplicações como aquecimento, controle ambiental, dispositivos eletroeletrônicos, etc.) poderiam ser entregues com menor consumo energético, originando benefícios econômicos, ambientais, sociais e culturais (EPE, 2007).

Além do mais, os esforços para implementação de modelos de processos e consumo eficiente tornou-se uma exigência moderna de conscientização energética, a muito discutidos nos meios acadêmicos e cada vez mais difundida no meio corporativo. O compromisso com a sustentabilidade se tornou um referencial para diversas demandas energéticas, norteador de forma direta as ações corporativas nesta direção (DA CUNHA; AUGUSTIN, 2014).

De fato, um Sistema de Gestão Energética (SGE) atua na redução do consumo de energia, e como efeito a redução da emissão dos gases de efeito estufa (GEE). Este fato também colabora para a melhoria da imagem pública da organização por apresentar ao público tanto

suas ações sistemáticas em relação à eficiência energética quanto a sua operação de forma conciliadora ao meio ambiente.

2.2 Gestão Energética em Instituições de Ensino Superior

Uma Instituição de Ensino Superior (IES), independentemente de sua localização no mundo, é constituída por uma ou mais edificações, que abrigam uma variedade de atividades e perfis de ocupação. Devido a essa natureza, as instituições de ensino superior são organizações que requerem quantidades consideráveis de energia elétrica.

Segundo as observações de Chung e Rhee (2014), as edificações de natureza universitária frequentemente possuem uma idade avançada e, ao decorrer do tempo, são modificadas para acomodar as tecnologias necessárias aos usos contemporâneos. Tais ajustes tendem a resultar em um aumento no consumo de energia e, em algumas situações, em desperdícios energéticos, destacando a importância de explorar o potencial de eficiência energética dentro dessas instituições.

O consumo consciente de energia e outras medidas relacionadas ao desempenho ambiental das operações têm sido cada vez mais adotadas por universidades e faculdades em todo o mundo, conforme destacado por Alshuwaikhat e Abubakar (2008).

De acordo com Oyedepo *et al.* (2016) as IES consomem quantidades significativas de energia diariamente, representando um desafio formidável para qualquer administração responsável. Nessa perspectiva, a criação de indicadores compilados como ferramentas de avaliação e apoio à tomada de decisões oferece uma abordagem holística de avaliação e leva em consideração critérios que atendem ao contexto local, permitindo ajustes para melhorias contínuas (KHALIL, *et al.*, 2015).

Dentro deste cenário, a administração da energia em um edifício educacional se alinha com as metas de eficiência energética, sustentabilidade e os intervenientes ligados ao consumo energético. Nesse sentido, um Sistema de Gestão Energética (SGE) pode ser uma importante ferramenta no propósito agir para reduzir o consumo de energia elétrica (ALGHAMDI, *et al.*, 2017).

2.3 ISO 50001: Sistemas de Gestão de Energia (SGE)

A norma ABNT NBR ISO 50001: Sistema de Gestão de Energia (2018) é uma norma internacional que estabelece práticas para a implantação de Sistemas de Gestão de Energia Elétrica nas empresas e organizações. Segundo Stefanello (2018), é uma norma reconhecida mundialmente que estabelece um Sistema de Eficiência Energética para todos os tipos de organizações, sejam indústrias, comércios, setores públicos independentemente do segmento.

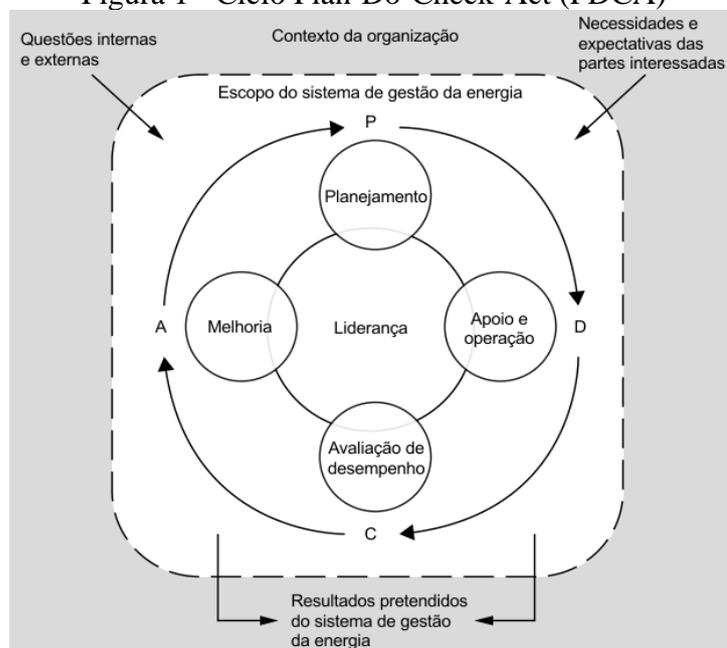
Além disso, como nos informa Pineda *et al.* (2014), um Sistema de Gestão de Energia (SGE) é um recurso metodológico que objetiva a obtenção de melhoria contínua e sustentada pelo desempenho energético de uma organização. Pode ser definida, também, como um conjunto de alternativas que determina o aprimoramento da utilização de energia por meio de ações, orientações e adesão de medidas de gestão econômica, controle de materiais e controle recursos humanos.

De acordo com Nakthong e Kubaha (2020) o objetivo primordial desta norma é melhorar de forma contínua e sustentável a performance energética da organização, a fim de reduzir o consumo de energia e os custos, incluindo aliviar os impactos das mudanças climáticas ambientais.

Sendo assim, a NBR ISO 50001, publicada pela primeira vez em 2011 e atualizada em 2018, estabelece um sistema de gestão de energia focado em melhoria contínua e é

fundamentada no ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act). Este ciclo trata-se de uma metodologia que preza por “Planejar – Fazer – Verificar – Agir/Ajustar, uma técnica de gestão interativa que consiste justamente nestes quatro passos e que tem como objetivo melhorar os processos e os produtos de forma contínua, como ilustrado na Figura 1.

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



Fonte: NBR ISO 50001 (edição 2018).

Desta forma, a ISO 50001:2018 está dividida em 10 seções: 1. Escopo, 2. Referências normativas, 3. Termos e definições, 4. Contexto da organização, 5. Liderança, 6. Planejamento, 7. Suporte, 8. Operação, 9. Avaliação de Desempenho e 10. Aperfeiçoamento (ABNT, 2018).

Cada passo deve ser seguido sistematicamente para levantar e organizar todas as informações pertinentes da organização, e assim, ser tomadas ações embasadas afim de otimizar o consumo energético da organização analisada.

Além disso, de acordo com Rampasso *et al.* (2019), como resultado de sua implementação, além do suporte prestado para reduzir os gastos energéticos da organização, a NBR ISO 50001 também permite uma gestão mais assertiva de custos, otimização do consumo e, por consequência, redução das emissões de gases de efeito estufa.

3 METODOLOGIA

Foi desenvolvida uma pesquisa descritiva com o objetivo de coletar dados e verificar quais as principais características dos artigos científicos que abordaram o tema ISO 50001 - Sistemas de Gestão da Energia. A partir da realização de um estudo bibliométrico foi utilizada abordagem qualitativa com o uso de estatística descritiva a fim de avaliar a produção científica a respeito do tema em questão (GIL, 2002).

Para o mapeamento dos artigos foi realizado buscas a partir das bases de dados *Web of Science e Scopus*. Como filtro, as palavras-chave utilizadas neste trabalho foram pesquisadas em “título”, “palavra-chave” e/ou “resumo”, sendo usados os termos “energy”, “management” e “ISO 50001”, seguindo a expressão booleana *(energy or management) and "ISO 50001"*. Além disso, também foi feito a limitação por artigo e artigo de revisão.

O levantamento de dados para concretização dessa análise foi realizado no dia 07 de julho de 2023 e não limitou o período de publicação, uma vez que a primeira versão da ISO 50001 só foi lançada no ano de 2011.

Ademais, foram realizadas análises de cada resultado obtido com os dados carregados no *software* RStudio (versão 2023.06.1 Build 524) através da biblioteca *Bibliometrix* que é um pacote de *software* desenvolvido para a análise bibliométrica de publicações científicas. Ele é implementado na linguagem de programação R e fornece um conjunto de ferramentas e funções que permitem coletar dados bibliográficos, calcular métricas bibliométricas e visualizar os resultados.

Além disso, foi usado a extensão do pacote *Bibliometrix* conhecida como *Biblioshiny*, uma interface gráfica do usuário baseada na web que permite aos usuários realizar análises bibliométricas de forma interativa e visual que, além de ser gratuito, se destaca por apresentar diversas ferramentas estatísticas para fazer análises diversas (MOREIRA *et al.* 2020). Este teve papel importante na pesquisa, possibilitando a leitura dos dados importados, elaborando tabelas e gráficos para análise dos resultados obtidos.

Em seguida, também foi utilizado o Excel (versão 2102 – *build* 13801.20266) para planilhamento, leitura e categorização das áreas de estudos mais relevantes que estão se valendo das diretrizes da norma ISO 50001 como meio de obtenção de um consumo energético mais eficiente.

Como critérios de exclusão foram excluídos artigos com os temas que não abordam o contexto da proposta nesta revisão bibliográfica, artigos repetidos, com insuficiência de dados ou que fogem da temática das palavras-chave.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a organização e o levantamento dos dados a partir das palavras-chave, obteve-se as informações descritas na Tabela 1, já limitados em artigos e artigos de revisão num período de aproximadamente 12 (doze) anos, considerando o lançamento da ISO 50001 no ano de 2011.

Depois de importar os dados das diferentes bases, foi feito a junção dos documentos em uma única base para serem feitas as análises pertinentes. A função “*bibliometrix:mergeDbSources()*” do RStudio realiza essa tarefa, e utilizando o argumento “*remove.duplicated = TRUE*”, os documentos duplicados foram removidos.

Tabela 1 - Levantamento de artigos relacionados ao uso da ISO 50001

Palavras-chave	Base de Dados	Artigos
<i>(energy or management) and "ISO 50001"</i>	Scopus	187
	Web of Science	122
	Repetidos	99
	Utilizados na pesquisa	210

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A partir, então, dos 210 artigos obtidos na pesquisa geral, foram organizados na Tabela 3 os dados primariamente relevantes a serem conhecidos sobre os metadados levantados pelo RStudio.

Tabela 2 - Informações principais sobre os dados coletados do RStudio

Descrição	Resultado
MAIN INFORMATION ABOUT DATA	
Timespan	2011: 2023
Sources (Journals, Books, etc)	117
Documents	210

Annual Growth Rate %	24.35
Document Average Age	4.99
Average citations per doc	11.5
References	7107
DOCUMENT CONTENTS	
Keywords Plus (ID)	1090
Author's Keywords (DE)	542
AUTHORS	
Authors	605
Authors of single-authored docs	26
AUTHORS COLLABORATION	
Single-authored docs	30
Co-Authors per Doc	3,34
International co-authorships %	3,381
DOCUMENT TYPES	
article	194
review	16

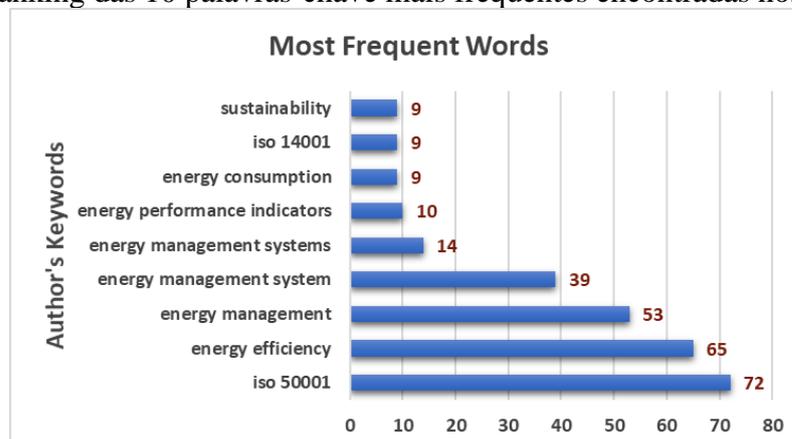
Fonte: Elaborado pelos autores a partir do *software* RStudio (2023)

Na Tabela 3 pôde-se destacar o período da pesquisa de aproximadamente de 12 (doze) anos. Condizente com o esperado devido ao ano de lançamento da norma em questão, 2011. Foram encontrados 210 (duzentos e dez) documentos, 194 (cento e noventa e quatro) artigos e 16 (dezesseis) artigos de revisão, em cerca de 117 (cento e dezessete) fontes, com cerca de 7107 (sete mil cento e sete) referências.

A taxa de crescimento anual é de 24,35%, a idade média dos documentos é de 4,99 anos e a média de citações por documento é de 11,50. Existe uma diferença considerável na quantidade de palavras-chave dos autores e as provenientes das fontes, 1090 e 542, respectivamente. Nestes 210 trabalhos selecionados cerca de 30% são de autores solos, tendo a taxa de coautoria por documento de 3,34 e a coautoria internacional cerca de 3,381%.

Para os 210 artigos selecionados, foi realizado a classificação das 20 palavras-chave mais utilizadas pelos autores, onde se pôde perceber que a palavra chave mais utilizada foi “ISO 50001”, seguido de “*energy efficiency*” e “*energy management*”, podendo ser observado na Figura 2. Este fato demonstra que a escolha das palavras-chaves usadas nesta pesquisa foi assertiva para a proposta da pesquisa em questão.

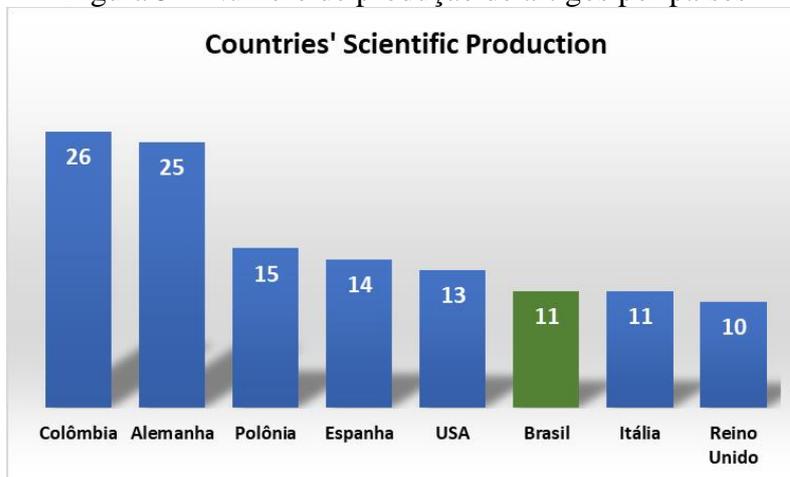
Figura 2: Ranking das 10 palavras-chave mais frequentes encontradas nos documentos.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

De acordo com o gráfico, a Colômbia lidera o ranking com o total de 26 publicações, seguido da Alemanha (25) e Polônia (15). O Brasil figura na 6ª colocação no ranking com o total de 11 publicações nos últimos doze anos.

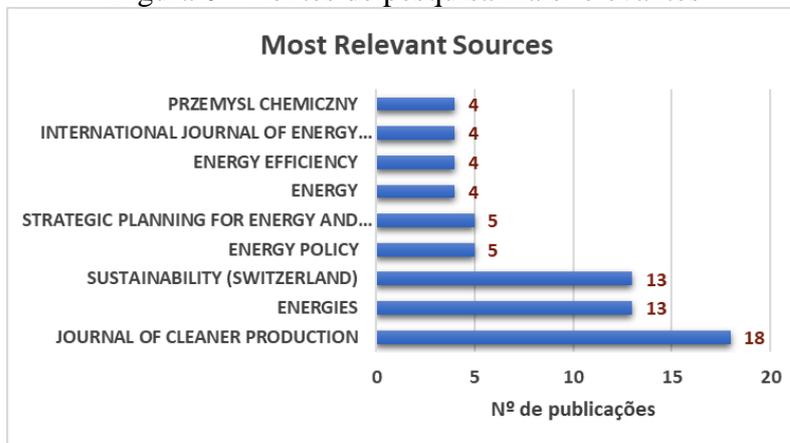
Figura 5 – Número de produção de artigos por países



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Durante as buscas de dados, constatou-se uma diversidade de fontes publicáveis (revistas/periódicos) para a temática. Como pode ser vista na Figura 6 a seguir, a revista *Journal Clean Product*, com 18 publicações, se encontra em primeiro lugar em número de publicações, seguido das revistas *Energies* e *Sustainability*, com 13 publicações.

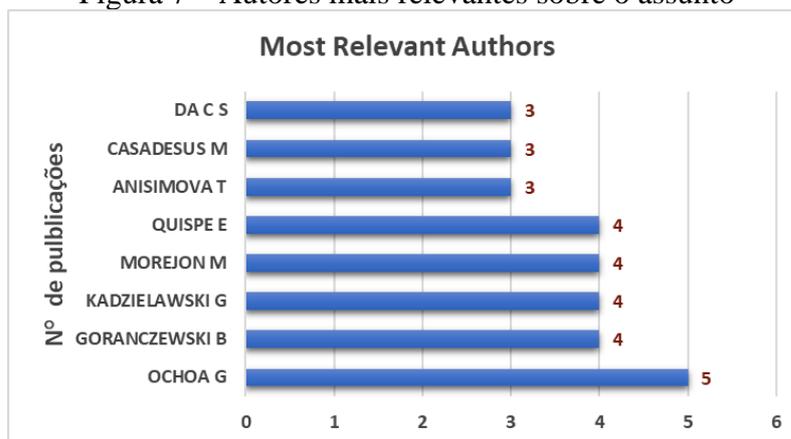
Figura 6 – Fontes de pesquisa mais relevantes



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

No que se refere aos autores mais relevantes encontrados nesta pesquisa, destaca-se o colombiano Guillermo Valencia Ochoa com 5 publicações relevantes, como demonstrado na Figura 7.

Figura 7 – Autores mais relevantes sobre o assunto



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

No entanto, o artigo com maior número de citações é o “*Energy efficiency measurement in industrial processes*”, com 132 citações, pertence aos autores italianos Elena Giocone e Salvatore Mancò, sendo publicado no ano de 2012 pela revista *Energy*.

Quanto as áreas de pesquisa, os 210 artigos encontrados se enquadram nas mais diversas esferas do conhecimento. As principais informações contidas nos documentos foram baixadas e organizadas em planilhas no Excel, em seguida foi feita a categorização dessas diversas áreas de aplicação da norma, através da leitura criteriosa do “título” e “Resumo”, seguindo os critérios de seleção demonstrados no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Categorização das áreas de estudos na aplicação da norma ISO 50001

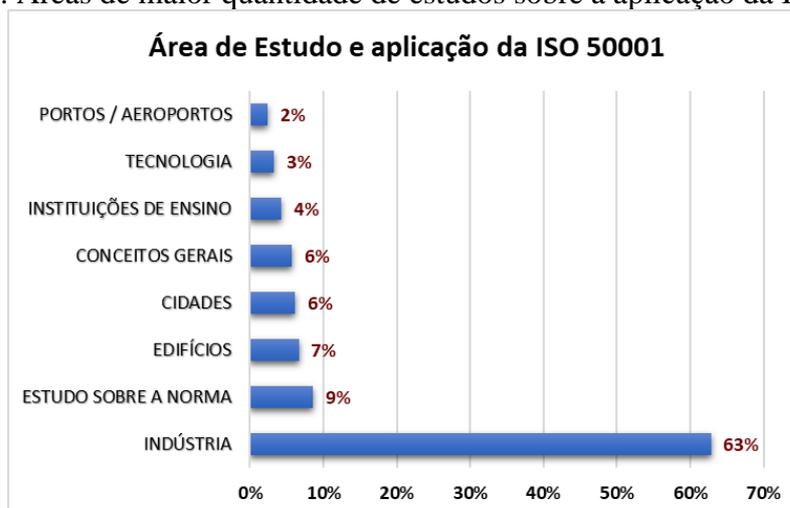
Áreas de Estudo da aplicação na ISO 50001	
Indústria	Estudos voltados ao setor industrial.
Estudo sobre a Norma	Focados em conceitos, artigos e sugestões de melhorias da Norma.
Edifícios	Estudos voltados ao setor de construção e manutenção predial.
Cidades	Gerenciamento de políticas públicas em cidades usando diretrizes da Norma.
Conceitos gerais	Estudos sobre estratégias e revisões bibliográficas sobre a norma.
Instituições de Ensino	Escolas no geral que utilizam diretrizes da norma em suas dependências.
Tecnologia	Novas tecnologias que auxiliam na aplicação e manutenção da norma.
Portos / Aeroportos	Estudos voltados ao setor Portos e Aeroportos.

Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

Após a análise, pôde se observar que a esmagadora maioria dos estudos são voltadas ao setor de produção industrial (63%), seguidos por “Estudos sobre a Norma”, com apenas 9%, como podem ser observados a seguir na Figura 6.

Este fato demonstra que, para o meio industrial, a implementação da ISO 50001 pode ter um impacto significativo na redução dos custos de energia e no aumento da competitividade das empresas, e isso tem despertado o interesse cada vez maior de outros pesquisadores em desenvolver novas pesquisas sobre a aplicabilidade da norma em questão.

Figura 8: Áreas de maior quantidade de estudos sobre a aplicação da ISO 50001



Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

Outro fato que chamou a atenção é que apenas 4% dos artigos encontrados são estudos relacionados ao uso das diretrizes da ISO 50001 em Instituições de Ensino, ou seja, apenas 9 artigos referem-se a este tema. Como área de interesse futuro de estudo destes pesquisadores, foi realizada novas buscas nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, alterando e testando novas palavras-chave, na tentativa de encontrar mais documentos que abordem o assunto. A nova busca seguiu o os mesmos critérios de seleção da pesquisa anterior, alterando apenas as palavras-chave e operação booleana, podendo ser visto juntamente com os resultados na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 - Variações de palavras-chave com foco em instituições de ensino

Palavras-chave	SCOPUS	WOS
("ISO 50001") and ("universit* building*")	1	1
("ISO 50001") and ("school building*")	4	1
("ISO 50001") and ("education* building*")	1	1
("ISO 50001") and ("college building*")	0	0
("ISO 50001") and ("educational institution")	0	0
("ISO 50001") and ("sustainable camp*")	0	1

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Como visto, os resultados obtidos não foram satisfatórios e os poucos artigos encontrados já constavam na pesquisa geral feita inicialmente, evidenciando um grande descompasso entre pesquisas do ramo da eficiência energética em Instituições de Ensino que possam se beneficiar de um sistema de gestão energética baseado nas diretrizes da norma ISO 50001 e obter êxito conforme diversos casos do ocorridos no meio industrial.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo bibliométrico buscou verificar as principais características dos artigos científicos que abordaram o tema ISO 50001 e apresentar um panorama sobre o estado de pesquisa sobre o tema.

Foi possível perceber que a quantidade de publicações relacionadas ao uso da norma tem aumentado desde o seu lançamento em 2011, mesmo assim, ainda é um número relativamente baixo diante das possíveis melhorias que a utilização da norma promete aos usuários, sendo isso um fator relevante na busca por maiores esclarecimentos sobre o porquê deste assunto não está sendo mais estudado.

A análise dos artigos demonstrou também que as pesquisas se concentraram em áreas temáticas multidisciplinares, mas o uso no setor industrial se destaca fortemente em comparação às outras áreas de aplicação. Além disso, verificou-se uma predominância de publicações em países como Colômbia e Alemanha e que o Brasil tem seguido este padrão mundial, vigorando em sexto lugar dentre os 47 países que apresentaram estudos sobre o tema.

Outro destaque foi a baixa quantidade de artigos que abordam a utilização da ISO 50001 em Instituições de Ensino, deixando novos questionamentos a respeito da aplicação da norma e como o assunto eficiência energética vem sendo abordada nessas organizações.

Embora a ISO 50001 seja uma norma valiosa para melhorar a eficiência energética, sua aplicação em Instituições de Ensino ainda não é tão difundida. Muitas instituições, especialmente escolas de pequeno porte, podem não estar familiarizadas com a norma ISO 50001 e seus benefícios. A falta de conscientização sobre a existência e importância da norma pode dificultar sua adoção.

Além disso, escolas públicas geralmente têm recursos financeiros limitados e implementação da ISO 50001 pode exigir investimentos significativos em termos de tempo, dinheiro e pessoal, ou seja, a falta de recursos disponíveis pode ser um obstáculo para a implementação da norma.

Outro fator limitante para o uso da norma seria a falta de conhecimento técnico especializado. A implementação efetiva da ISO 50001 requer conhecimento específico em gestão de energia e eficiência energética. Algumas Instituições de Ensino podem não ter profissionais qualificados para liderar a implementação da norma ou podem enfrentar dificuldades em encontrar consultores especializados.

Esse sentido, Instituições ou Universidades que possuam corpo técnico minimamente necessário para tal podem buscar implementações de melhorias em suas próprias instituições usando os requisitos da norma e, de forma colaborativa, oferecer esse serviço de análise e levantamento técnico a outras instituições carentes desta mão de obra, elaborando o relatório de diagnóstico energético e as possíveis ações de melhorias a serem implementadas na instituição, e entregue ao responsável direto desta para planejamento e execução futura das recomendações.

REFERÊNCIAS

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

ALGHAMDI, N., DEN HEIJER, A., & DE JONGE, H. (2017). Assessment tools' indicators for sustainability in universities: an analytical overview. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, 18(1). <http://doi.org/10.1108/IJSHE-04-2015-0071>

ALSHUWAIKHAT, H. M., & ABUBAKAR, I. (2008). An integrated approach to achieving *Campus* sustainability: assessment of the current *Campus* environmental management practices. **Journal of Cleaner Production**, 16(16), 1777–1785. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.12.002>

BRANDLI, L. L., *et al.* Avaliação da presença da sustentabilidade ambiental no ensino dos cursos de graduação da Universidade de Passo Fundo. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)**, v. 17, p. 433-454, 2012.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Guia de Eficiência Energética em Edifícios Públicos**. Brasília – DF, 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Guia prático: conceitos e ferramentas de gestão e auditoria energéticas**. Brasília, ed. 1, p. 80, 2015. ISBN 978-85-7738-251-4.

CHUNG, M. H.; RHEE, E. K. Potential opportunities for energy conservation in existing buildings on university campus: A field survey in Korea. **Energy and buildings**, v. 78, p. 176-182, 2014.

DA CUNHA, B. P.; AUGUSTIN, S. Sustentabilidade ambiental: estudos jurídicos e sociais. **Caxias do Sul, RS: Educs**, v. 20142014, 2014.

DE ARAUJO, V.A; SCAFUTO, I. C. O que sabemos sobre as barreiras à transferência de conhecimento? um estudo bibliométrico sobre internal stickiness. **International Journal of Professional Business Review**, v. 6, n. 1, p. e212, 2021.

EPE - Empresa de Pesquisas Energéticas. **Anuário Estatístico De Energia Elétrica 2023**. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Fact%20Sheet%202023%20-%20Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica.pdf>> Acesso em: 04 agosto 2023.

EPE - Empresa de Pesquisas Energéticas. **Atlas da Eficiência Energética**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-741/Atlas_Eficiencia_Energetica_Brasil_2022.pdf> Acesso em: 01 agosto 2023.

EPE - Empresa de Pesquisas Energéticas. **Plano Nacional de Energia 2030**. Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-PNE-2030>> Acesso em: 18 fevereiro 2023.

GIL, A. C *et al.* **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.11113/jt.v75.5230>

IEA – International Energy Agency. **World Energy Model Documentation 2022**. Paris 2022 Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-model/documentation#abstract>>. Acesso em 02 de agosto de 2023.

KHALIL, N., KAMARUZZAMAN, S. N., & BAHARUM, M. R. (2015). A Survey on the Performace- Risk Rating Index for Building Performance Assesment in Higher Education. **Jurnal Teknologi (Science & Engineering)**, 75(9), 57–63.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3ª ed. São Paulo: PW Editores, 2014.

MONTENEGRO, S. Órgãos federais terão de reduzir consumo de energia em até 20%. **Agência Canal Energia**, Brasília - 25 de agosto de 2021. Disponível em: <<https://www.canalenergia.com.br/noticias/53184900/orgaos-federais-terao-de-reduzir-consumo-de-energia-em-ate-20>> Acesso em 21 de fevereiro de 2022.

MOREIRA, P. S. C.; GUIMARÃES, A. J. R.; TSUNODA, D. F. Qual ferramenta bibliométrica escolher? um estudo comparativo entre softwares. **P2P E INOVAÇÃO**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 140–158, 2020. DOI: 10.21721/p2p.2020v6n2.p140-158.

NAKTHONG, V. V.; KUBAHA, K. Um modelo simplificado de indicadores de desempenho energético para gestão de energia sustentável. In: **Série de Conferências do IOP: Ciências da Terra e do Meio Ambiente**. Publicação IOP, 2020. p. 012046.

OYEDEPO, S. O. (2016). Assessment of Energy Saving Potentials in Covenant University, Nigeria. **Energy Engineering: Journal of the Association of Energy Engineering**, 113(3), 74–83. 2016. <http://doi.org/10.1080/01998595.2016.11689738>

PINEDA, A. H.; VÁZQUEZ, G. E. C.; DÍAZ, L. F.; GRANADO, R. D. S. **Manual para la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía**. Conuee / Giz, 2014.

RAMPASSO, I. S. *et al.* Challenges presented in the implementation of sustainable energy management via ISO 50001: 2011. **Sustainability**, v. 11, n. 22, p. 6321, 2019.

SCHULZE, Mike *et al.* Energy management in industry - A systematic review of previous findings and an integrative conceptual framework. **Journal of Cleaner Production** v. 112, p. 3692–3708, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.060>>.0959-6526.

SOUZA, M. DAS G. B. DE; CARNIELLO, M. F.; ARAÚJO, E. A. S. DE. **O Papel das Instituições de Ensino Superior**. REVISTA CEREUS, v. 4, n. 3, p. 24–35, 18 dez. 2012.

STEFANELLO, L. **ISO 50001: o que é e como implantá-la na sua empresa**. Beenergy, 2018. Disponível em: <<https://beenergy.com.br/iso-50001/>>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2023.

STEFANELLO, L. **ISO 50001: o que é e como implantá-la na sua empresa**. Beenergy, sustainability in universities: an analytical overview. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, 18(1). <http://doi.org/10.1108/IJSHE-04-2015-0071>