CEFET/RJ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS: OPORTUNIDADES DE MELHORIAS ATRAVÉS DE ANÁLISE DA REVISÃO DE LITERATURA

Fabrício Pereira Privat

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Daduí Cordeiro Guerrieri

Rio de Janeiro
Setembro de 2023

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS: OPORTUNIDADES DE MELHORIAS ATRAVÉS DE ANÁLISE DA REVISÃO DE LITERATURA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Fabrício Pereira Privat

Banca Examinadora:

_____

Presidente, Professor Dr. Daduí Cordeiro Guerrieri (CEFET/RJ) (Orientador)

_____

Professora Dra. Cristina Gomes de Souza (CEFET/RJ)

_____

Professor Dr. Augusto da Cunha Reis (CEFET/RJ)

_____

Professor Dr. Lino Guimarães Marujo (UFRJ)

Rio de Janeiro
Setembro de 2023

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

P961 Privat, Fabrício Pereira
Eficiência energética nas pequenas e médias empresas: oportunidades de melhorias através de análise da revisão de literatura / Fabrício Pereira Privat. — 2023.
97f. + anexo : il. color. , enc.

Dissertação (Mestrado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2023.
Bibliografia : f. 82-97
Orientador: Daduí Cordeiro Guerrieri

1. Eficiência energética. 2. Pequenas e médias empresas. 3. Energia elétrica. 4. Sustentabilidade. I. Guerrieri, Daduí Cordeiro (Orient.). II. Título.

CDD 621.374

Elaborada pela bibliotecária Tania Mello – CRB/7 nº 5507/04

RESUMO

Eficiência energética nas Pequenas Médias Empresas:
Oportunidade de melhorias através de análise da revisão de literatura

Nos últimos anos, o mundo tem observado uma série de eventos climáticos resultantes do agravamento no aquecimento global, muito por conta do aumento na emissão de gases que potencializam o efeito estufa. O que aproximou ainda mais as questões envolvendo a sustentabilidade e o uso consciente dos recursos naturais. Muito deste aumento resulta da expansão das atividades industriais e do aumento do consumo da população mundial. De fato, medidas estão sendo tomadas em prol de uma economia mais sustentável, sendo o Acordo de Paris um exemplo, por buscar um mundo com emissão zero de gases poluentes, gases esses que têm como maior emissor a atividades de geração de eletricidade e calor, tornando esse setor relevante para medidas neste sentido. De certo modo, diversos estudos vêm abordando a melhoria na eficiência energética com a finalidade de unir as possibilidades de diminuição dos custos operacionais e redução dos impactos ambientais. Quando se observa o cenário global, uma fração significativa de empresas esta composta por pequenas e médias empresas (PMEs), que são responsáveis por boa parcela do PIB e geração de emprego em seus países. No entanto, essas empresas apresentam limitações em relação a mudanças em seus processos, seja por recursos financeiros, falta de incentivo governamental, capacidade gerencial ou apenas falta de interesse de seus gestores, uma vez que o foco se concentra em manter os custos dentro de sua capacidade operacional. Nesse sentido, esta pesquisa teve como objetivo analisar as principais publicações sobre a eficiência energética nas PMEs, com a finalidade de gerar uma relação entre as oportunidades e implementações que possam ser replicadas, levando em consideração as limitações de uma PME. Para tal, foi utilizada a Revisão Sistemática da Literatura (*Systematic Literature Review* - SLR), como forma de identificar como a literatura está abordando o tema e as soluções adotadas. Os resultados revelaram uma variedade de técnicas e soluções adaptáveis às PMEs, apesar de suas restrições financeiras e operacionais. A pesquisa identificou barreiras comuns enfrentadas pelas PMEs, como limitações financeiras, falta de conhecimento técnico e resistência à mudança. No entanto, apesar desses desafios, a eficiência energética surge como uma estratégia promissora, oferecendo benefícios tanto para as empresas como a sociedade uma vez que possibilita a redução significativa nos custos operacionais e diminuição dos impactos ambientais e sociais associados à geração de energia. Além disso, foi evidenciado que, com o apoio adequado e a conscientização, as PMEs têm um potencial considerável para liderar a transição para práticas energéticas mais sustentáveis, beneficiando não apenas suas operações, mas também contribuindo positivamente para a economia global e o meio ambiente.

Palavras-chave: Eficiência energética; Revisão sistemática da literatura; Pequenas e médias empresas; Barreiras.

ABSTRACT

Energy Efficiency in Small and Medium Enterprises: Opportunities for Improvement through Literature Review Analysis

In recent years, the world has witnessed a series of climatic events resulting from the exacerbation of global warming, largely due to the increase in greenhouse gas emissions. This has brought sustainability issues and the conscious use of natural resources to the forefront. Much of this increase stems from the expansion of industrial activities and the growing consumption of the global population. Indeed, steps are being taken towards a more sustainable economy, with the Paris Agreement serving as a prime example, aiming for a world with zero pollutant gas emissions. Notably, the activities of electricity and heat generation are the major emitters of these gases, making this sector crucial for mitigation measures. Many studies have been addressing improvements in energy efficiency with the aim of combining the possibilities of reducing operational costs and environmental impacts. Observing the global scenario, it's evident that a significant fraction of companies consists of small and medium enterprises (SMEs), which contribute substantially to the GDP and job creation in their countries. However, these companies face challenges in adapting their processes due to financial constraints, lack of government incentives, managerial capacity, or simply a lack of interest from their managers, often focusing on keeping costs within their operational capacity. This research aimed to analyze the main publications on energy efficiency in SMEs, intending to establish a relationship between the opportunities and implementations that can be replicated, considering the limitations of an SME. The Systematic Literature Review (SLR) was employed to identify how the literature is addressing the topic and the solutions adopted. The findings revealed a range of techniques and solutions adaptable to SMEs, despite their financial and operational constraints. The study identified common barriers faced by SMEs, such as financial limitations, lack of technical knowledge, and resistance to change. Nevertheless, despite these challenges, energy efficiency emerges as a promising strategy, offering benefits to both companies and society by enabling significant reductions in operational costs and the environmental and social impacts associated with energy generation. Furthermore, it was highlighted that with proper support and awareness, SMEs have considerable potential to lead the transition to more sustainable energy practices, benefiting not only their operations but also making a positive contribution to the global economy and the environment.

Keywords: Energy efficiency; Systematic literature review; Small and medium enterprises; Barriers.

SUMÁRIO

Introdução		**6**
1	**Revisão de literatura**	**10**
1.1	Aquecimento global e o efeito estufa	10
1.2	Relação entre energia e o crescimento econômico	15
1.3	Eficiência energética	18
1.4	Como as principais economias classificam o porte das empresas como PMEs	21
1.5	O impacto global das PMEs: Uma análise de desempenho em diferentes economias	25
2	**Metodologia**	28
2.1	Dados complementares à pesquisa	32
3	**Resultados**	33
3.1	Resultados complementares	64
4	**Discussão**	66
Considerações Finais		**79**
Referências		**82**
Anexo I		**99**

Introdução

O modelo de produção adotado desde a Revolução Industrial trouxe grandes avanças e desenvolvimento para a humanidade, consequentemente criando uma sociedade dependente de transformações no meio em que vive, mas acarretando impactos negativos neste meio (FRANCO; DRUCK, 1998), principalmente pelo consumo de combustíveis fósseis, que por um lado possibilitou o crescimento econômico através do desenvolvimento industrial dos países, mas que ao mesmo tempo gerou os principais fatores de degradação do meio ambiente (LEE; YU, 2019).

A energia que movimenta esse desenvolvimento, que incluem atividades como transporte, geração de eletricidade, fabricação e construção, bens e serviços, e outras, é proveniente de duas origens, sendo eles de fontes renováveis e fontes não renováveis (EPE, 2022), tendo como fontes não renováveis de energia, o petróleo, o carvão mineral, o gás natural e nuclear. Já as fontes renováveis, temos, a eólica, a hidrelétrica, a solar, a de biomassa e outras, que não são provenientes de combustíveis fósseis (EPE, 2016).

Apesar da utilização e geração dessa energia ser fundamental para o impulsionamento do desenvolvimento e realização dessas atividades, uma de suas consequências negativas vem da emissão de gases que causam impacto diretos no meio ambiente, os gases do efeito estufa (GEE), sendo a energia que move o mundo responsável por dois terços das emissões de GEE (IPCC, 2020).

Com base nas orientações do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), as estimativas de emissão e remoção de GEE são divididas em setores, sendo agrupados por seus processos, fontes e sumidouros, sendo eles: Energia e Calor; Processos Industriais e Uso do Produto; Agricultura, Silvicultura e Outros Usos da Terra; Desperdício e; Outros, como emissões indiretas de deposição de nitrogênio de fontes não agrícolas (IPCC, 2006).

Apesar das consequências da degradação do meio ambiente terem escala global, cerca de 60% de toda a emissão de GEE são provenientes de apenas 10 países (CLIMATE WATCH, 2018), que por sua vez, registram o setor de geração de energia e calor como setor que mais emitem esses gases, com exceção do Brasil, que tem como principal emissor de GEE o setor da agricultura (SEEG, 2020).

Os impactos causados pelo aquecimento global já estão sendo sentidos, onde ecossistemas já estão sofrendo mudanças decorrentes desse desequilíbrio no meio ambiente (IPCC, 2018). A necessidade de ações em conjunto fez com que os principais líderes mundiais, que estavam presentes na Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climática (COP21), em Paris, firmassem um acordo que estabeleceriam metas para diminuir a emissão de GEE, nascendo assim o Acordo de Paris (UNFCCC, 2015).

Embora haja a necessidade de redução de emissões de GEE em toda a cadeia do processo de industrialização, o setor de energia deve receber uma maior atenção, por ser o setor responsável pela maior parte de geração desses gases (CLIMATE WATCH, 2018), chegando a 41% do total de emissões de GEE (CRIPPA *et al*. 2020).

No sentido de minimizar os impactos das atividades industriais das empresas, uma medida que está relacionada com a redução e racionalização do consumo de energia em instalações industriais, prédios públicos, edificações de comércio e serviços, e em domicílios, é a eficiência energética dos processos (DINIZ; BERMANN, 2012).

A eficiência energética pode proporcionar um processo produtivo com menor impacto, bem como oferece condições para o desenvolvimento de uma cultura ambiental dentro da empresa (VALLE, 1995), fazendo com que essas medidas possam ser expandidas a sociedade que está diretamente relacionada com a empresa (OLIVEIRA, 2013). Henrique e Catirino (2016), destacam que, as questões envolvendo a eficiência energética, mesmo requerendo ajustes nos processos produtivos, possibilita reflexos diretos na redução dos custos de produção, por exemplo.

Nesta tendência, a gestão das empresas tem observado mais de perto como seus processos impactam o meio ambiente, incorporando-o como uma variável importante no nível de competitividade (YOUNG; LUSTOSA, 2001), cultivando, assim, uma necessidade na busca por processos e produtos mais sustentáveis, enclinando-se as mudança no comportamento dos consumidores, que visam, cada vez mais, informações sobre os aspectos ambientais e sociais dos produtos (OLIVEIRA, 2013), mostrando que a sustentabilidade não é só uma tendência, mas uma forma de adaptação as características dos novos consumidores (TACHIZAWA, 2011).

De modo geral, o porte de uma empresa pode influenciar em algumas mudanças (HALL, 2004), contudo, existe uma falta de acordo a respeito de como classificar o porte das empresas, seja por quais variáveis são pertinentes, quais parâmetros operacionais,

financeiros ou abrangência (TERENCE, 2002), não havendo um critério universal que classifique seu porte em pequenas, médias, grandes empresas, ou a junção de ambas.

HALL (2004) descreve que várias investigações voltadas para esta temática apontam a presença de diversos fatores e variáveis que tornam complexa e desafiadora a tarefa de classificar o tamanho das empresas, e isso reflete no direcionamento de políticas de inovação, por exemplo (LA ROVERE, 2001).

No entanto, apesar de ter uma estrutura mais enxuta em relação as grandes empresas, as Pequenas e Médias Empresas (PMEs) são responsáveis pela maior contribuição nas economias nacionais (HERNÁREZ *et al*., 2016), uma vez que, na maioria dos países, as PMEs representam mais de 99% do número de empresas e 60% dos empregos formais. Assim, essas empresas, além do consumo expressivo de energia (FIRJAN, 2016), são grandes impulsionadores da economia no que diz respeito a inovações, PIB, investimentos e exportação (THOLLANDER *et al*., 2019).

De posse dos dados abordados, esta dissertação discute a eficiência energética como uma forma de diminuição do consumo de energia, gerando redução dos custos de produção, e analisando sua abordagem como alternativa na diminuição dos impactos ambientais, averiguando a relação de redução na emissão de GEE, permeando PMEs, utiliza-se da investigação de materiais publicados sobre o tema, tendo como auxílio as técnicas empregadas da revisão sistemática da literatura.

Logo, a pesquisa tem como objetivo geral: investigar como a eficiência energética, dentro das configurações de uma PME, pode contribuir na redução dos impactos ambientas. Para alcançar o objetivo geral, a pesquisa aborda os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os métodos e técnicas que a literatura explora, em relação à eficiência energética nas PMEs;
- Buscar correlação existente entre as soluções encontradas, visando recomendações de melhorias na eficiência energética de PMEs;
- Levantar os possíveis impactos econômicos, sociais e ambientais que tais medidas possam trazer nas PMEs.

A relevância da abordagem sobre o tema vai ao encontro da matriz energética mundial, que concentra 81% do total da energia gerada sendo proveniente dos combustíveis fósseis (IEA, 2020d). Ainda, a atividade de geração de eletricidade e calor é responsável por 24% das emissões de GEE (CRIPPA *et al*., 2020), sendo evidente que o uso consciente reduziria a emissão desses gases.

A pesquisa emprega-se da estrutura de capítulos, sendo o capítulo 1 o referencial teórico e a demonstração do cenário atual que o tema aborda. Em seguida, o capítulo 2 descreve a metodologia empregada, bem como as etapas que foram utilizadas dentro da revisão sistemática da literatura para relacionar a busca com a pergunta norteadora. No capítulo 3, são descritos os resultados da busca e, no capítulo 4, esses resultados são discutidos, com a finalidade de relacionar as soluções encontradas na pesquisa. Por fim, são apresentadas as conclusões e o fechamento da pesquisa.

1- Revisão de literatura

Este capítulo busca elucidar o cenário atual vivenciado pelo ecossistema do planeta, descrevendo como a atividade humana tem impactado diretamente no meio ambiente, apresentando a eficiência energética como uma forma de mitigar esses impactos, que por vezes são tidos como inevitáveis no processo de modernização do estilo de vida humano. A abordagem da eficiência energética pode ser tida como uma solução desempenhada no cotidiano das pessoas e das empresas. Por conta disso, tal abordagem será explorada dentro das PMEs, por serem empresas com parcela significativa no PIB e na geração de empregos, sendo, além disso, empresas com postos de trabalho próximos e processos mais simples, possibilitando a disseminação de práticas sustentáveis.

1.1 – Aquecimento global e o efeito estufa

Apesar de medidas tomadas nos últimos anos, a temperatura do planeta continua subindo, e batendo recordes na última década. Dados do Relatório de Temperatura da Berkeley Earth (2022) mostra que os anos de 2021 e 2022 foram um pouco mais frios que o registrado em 2020, mas não foi muito, pois os registros mostram que foram o sétimo e quinto ano mais quente já registrado, respectivamente, desde o período pré-industrial[1].

Esse relatório acompanha a evolução do aquecimento global, e mostra que os últimos 10 anos foram os mais quentes já registrados, destacando o ano de 2016 como o mais quente, seguidos de 2020 e 2019. O Figura 1 mostra a variação de temperatura registrada ao longo dos anos.

[1] Segundo o IPCC, o período pré-industrial corresponde à média entre os anos de 1850 e 1900.

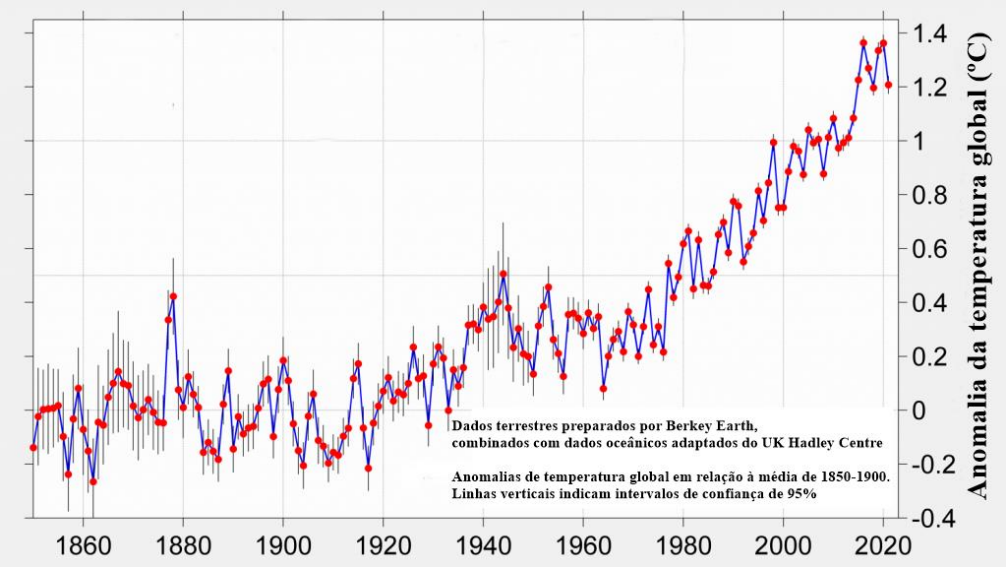


Figura 1 – Temperatura média global 1850-2022

Fonte: Berkeley Earth (2022), adaptado pelo autor

Embora os dados atualizados mostrem que 2022 não foi o ano mais quente, a temperatura do planeta não é igualmente distribuída, e demonstrou recordes de aumento de temperaturas em 28 países, sendo alguns destes: Bélgica 2,3ºC, França 2,5ºC, Alemanha 2,34ºC, Itália 2,3ºC, Nova Zelândia 1,1ºC, Portugal 2,0ºC, Espanha 2,3ºC, e Reino Unido 1,8ºC, destacando a China, que teve um aumento médio anual de 2,0ºC em 2021 e 1,7ºC em 2022, sendo o país que concentra 49,7% do consumo de carvão mineral de todo o planeta, (IEA, 2021a), no qual está relacionado diretamente dos gases que provocam o efeito estufa.

A Figura 2 mostra a variação de temperatura observada nos países, regiões e nos oceanos, no ano de 2022, em comparação com o período pré-industrial.

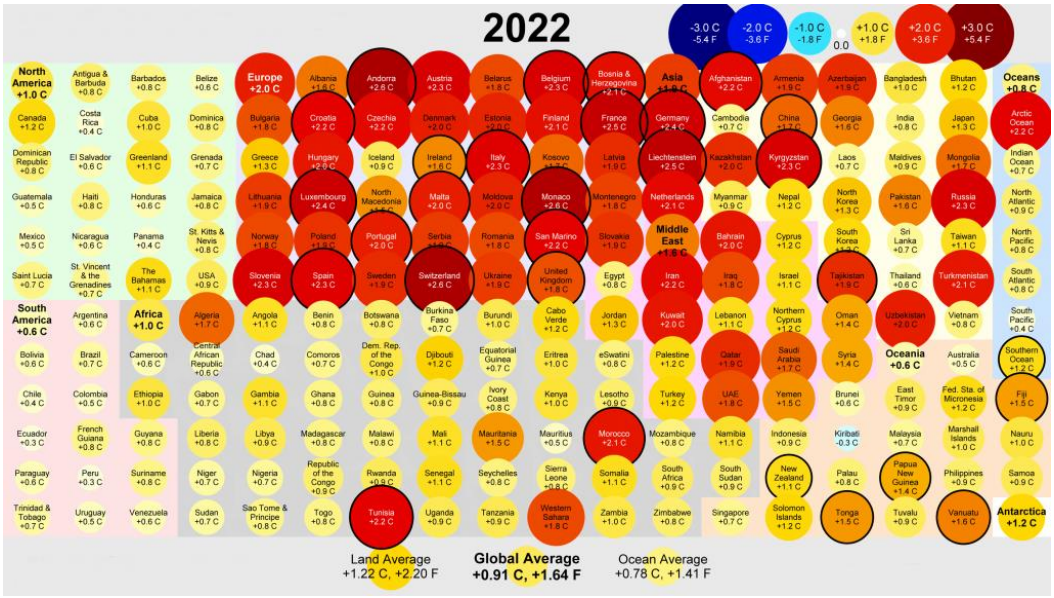


Figura 2 – Aquecimento global por país e região - 2022

Fonte: Berkeley Earth (2022)

Com tudo, essa leve queda de temperatura observada em 2022 não corresponde a uma tendência, pois as emissões de gases do efeito estufa não estão baixando conforme o esperado, gerando uma previsão de aquecimento médio do planeta em 1,5ºC até 2034 e de 2,0 até 2060 (Berkeley Earth, 2022).

Para reduzir ou retardar esse aquecimento, são necessárias medidas para conter a emissão de gases do efeito estufa, que são compostos principalmente pelos gases principalmente o CO_2, N_2O, CH_4 e gases fluorados (BUTLER; MONTZKA, 2020), mas os dados mostram que essas emissões continuam crescendo em todo o mundo (Figura 3), com uma maior concentração de CO_2 preveniente da queima de combustíveis fósseis.

Dados do *Emissions Gap Report* 2020 (UNEP, 2020) mostram que mesmo após o Acordo de Paris, países como China, Rússia e Índia continuam aumentando a emissão de gases do efeito estufa. A Figura 4 mostra essa tendência, bem como a geração de gases per capita, que corrobora com o papel que cada indivíduo pode exercer na redução dos impactos ambientais.

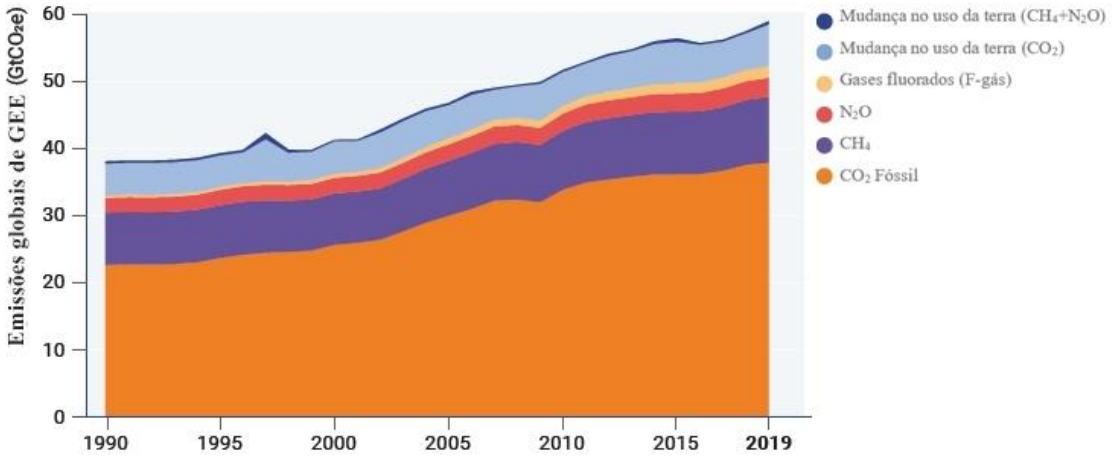


Figura 3 – Emissões globais de gases do efeito estufa (por tipo de gás e origem), adaptado pelo autor

Fonte: UNEP, 2020

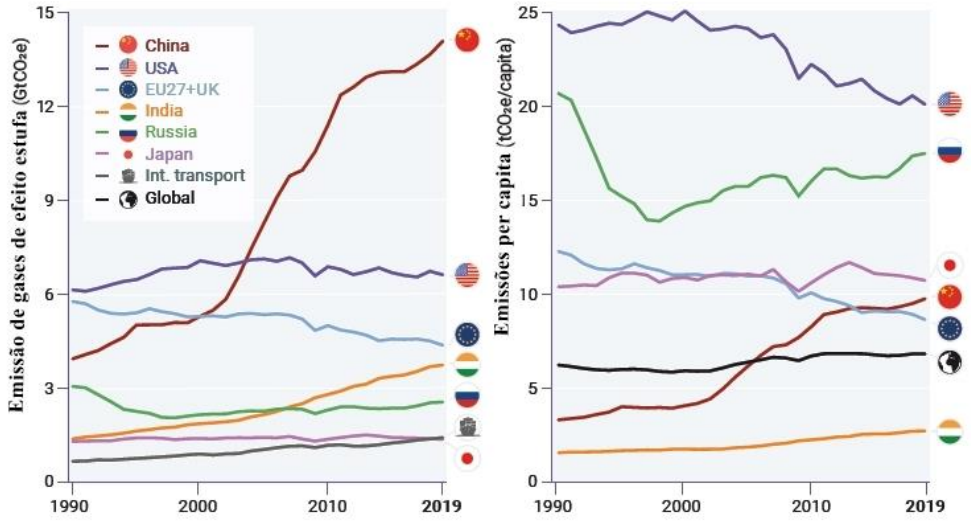


Figura 4 – Emissões absolutas de gases do efeito estufa dos seis principais emissores e emissões per capita, adaptado pelo autor

Fonte: UNEP, 2020

Alguns estudos que abordam a emissão de gases do efeito estufa se concentram no aumento da emissão de CO_2, por estar associado diretamente no uso de energia (UNEP, 2020) e por ser responsável por 66% desses gases (BUTLER; MONTZKA,

2020), porém, existem outros gases que estão ligados ao efeito estufa, como o CH_4 e o N_2O, que também estão presentes no resultado da queima de combustíveis fósseis, mas estão mais concentrados nas atividades ligados a agricultura, por exemplo.

Com isso, entender o setor que mais emite gases do efeito estufa torna-se de suma necessidade para direcionar ações que possibilite a mitigação dessas emissões. Em seu estudo, Crippa *et al*. (2020) classifica e quantifica os setores em relação a emissão desses gases. A Figura 5 auxilia no dimensionamento de cada setor.

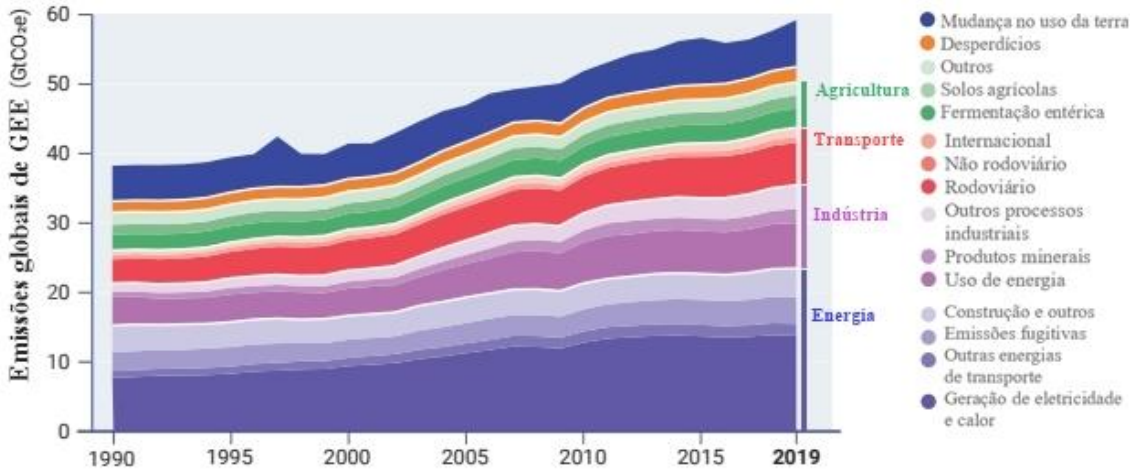


Figura 5 – Emissões globais de gases do efeito estufa ao nível setorial, adaptado pelo autor

Fonte: Crippa *et al*. (2020)

Na Figura 5, pode ser visto que o setor energia concentra 41% do total de gases do efeito estufa, destacando as atividades de geração de eletricidade e calor (24%). O setor industrial tem como atividades o consumo de energia, produção mineral e outras atividades, que geram em torno de 19,5%. Já o setor de transportes, representa 13,5%, tendo como principais emissões os transportes rodoviários e a aviação comercial e doméstica. Já a agricultura e resíduos correspondem a 15% da emissão total de gases do efeito estufa, sendo resultado de ruminação de animais, nitrogênio de fertilizantes e resíduos urbanos. Por fim, a parcela final de 11% correspondendo a Mudança do Uso da Terra (*LUC - Land Use Change*) que é associado a derrubada de florestas para dar espaço a atividades agrícolas e pecuária.

1.2 – Relação entre energia e o crescimento econômico

Quando observado os setores de energia, industrial, de transporte e agrícola, vemos que esses são responsáveis por quase todas as atividades do mundo atual. Seja pela criação de bens e serviços ou, geração de eletricidade para fins industriais e residenciais ou ainda, combustíveis usados nos automóveis, aviões e máquinas de plantio, um fator em comum liga todas essas atividades: a necessidade de energia para sua execução.

Segundo o *International Energy Agency* (IEA, 2020d) a energia utilizada para esses processos são provenientes do: petróleo, carvão, gás natural, processo nuclear, processo hidrelétrico, biocombustíveis e outras fontes renováveis. A Figura 6 mostra a utilização de cada matriz energética ao longo dos anos.

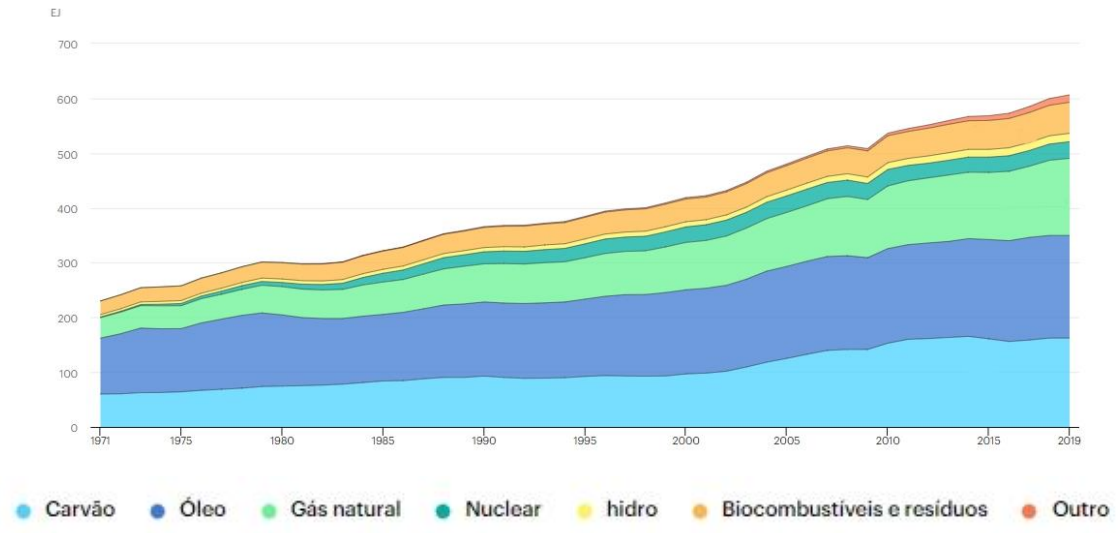


Figura 6 – Fornecimento total de energia mundial, por fonte (1971-2019)
Fonte: IEA, 2020d

Nota-se que o uso de energia no mundo cresce a cada ano, sem alteração significativa, mesmo com medidas de redução do uso de combustíveis fósseis, que só no ano de 2019, representou mais de 81% de toda a energia gerada no mundo (Figura 7).

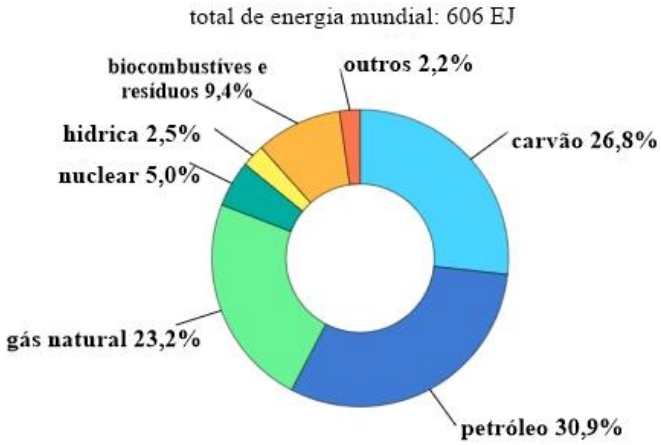


Figura 7 – Fornecimento total de energia mundial (2019)

Fonte: Adaptado de IEA, 2020d

No ano de 2020, ocorreram diversas paralizações de atividades econômicas, devido restrições da pandemia de COVID-19, mas ainda assim, dados atualizados (e abertos) do IEA, mostram que o fornecimento de energia mundial teve uma queda de 4%, embora sua geração por fontes não renováveis continuou acima de três quartos do total, com um percentual de 80,3%, naquele ano (IEA, 2021a).

Nesta busca por um crescimento econômico mais consolidado, alguns países investem no avanço de diferentes setores de sua cadeia produtiva (STENR, 2011), e para isso, necessitam de energia para esse impulsionamento (GADELHA; CERQUEIRA, 2014). Essa medida possibilita acelerar o ritmo do crescimento econômico do país, mas possibilita o agravamento nas emissões de GEE e o aumento dos desafios de equilibrio ambiental (ZHENG *et al*., 2020).

De fato, quando observado a relação existente entre o crescimento econômico e o consumo de energia de um país, vemos a essas variáveis são correlacionadas, possibilitando utilizar a relação de consumo de energia como um indicador de progresso econômico de um país (HANIF, 2017). No entanto, é complexo se a energia causa crescimento econômico ou se o crescimento econômico causa consumo de energia ou se existe uma relação bidirecional.

Chandran, Sharma e Madhavan (2010) se aprofundaram no assunto e encontrou uma relação mista e ambígua, onde encontrou estudos que mostram que a causalidade vai do crescimento econômico ao consumo de energia, outros estudos descobriram que a

causalidade vai do consumo de energia ao crescimento econômico. Ainda, estudos que não encontraram causalidade e causalidade bilateral relação entre crescimento econômico e consumo de energia.

Desse modo, é imprescidível que medidas sejam adotadas para mitigar os efeitos do consumo de energia, no contexto de crescimento econômico. Isso requer uma transição para fontes de energia mais limpa e sustentável, mas isso não é uma tarefa simples (IEA, 2021b).

No relatório do IEA, (2021b), é visto que futuro da energia e do clima do mundo depende cada vez mais das economias emergentes, como Brasil, China e Índia. O investimento anual em energia limpa nessas ecomomias necessita de um aumento de sete vezes maior até 2030, para encaminhar o mundo para emissão zero até 2050.

As economias emergentes e em desenvolvimento representam atualmente dois terços da população mundial, mas apenas um quinto do investimento global em energia limpa e um décimo da riqueza financeira global. A importância dada a essas economias é devido os custos para evitar a emissão de $CO_{2,}$ que são a metade dos custos nas economias avançadas (IEA, 2021b). Segundo o relatório, essa relação ocorre porque as economias em desenvolvimento muitas vezes podem pular direto para tecnologias mais limpas e eficientes sem ter que eliminar ou reabilitar projetos de energia poluidora que já estão em andamento.

Para alcançar essa meta, apenas o uso de energia limpa não é o suficiente, uma vez que a geração de energia limpa também pode gerar impactos ambientes, como no caso da geração fotovoltaica, que apesar de ser uma geração é limpa de energia, os painéis soles têm vida útil/média de 25 anos (FTHENAKIS; KIM, 2011) e, caso não seja realizada um planejamento de reciclagem e descarte, torna esse tipo de geração não totalmente limpa (KONZEN, 2020).

Somente por meio de uma abordagem consciente e responsável em relação ao consumo de energia, combinada aos investimentos em tecnologias verdes e práticas sustentáveis, será possível equilibrar o crescimento econômico com a preservação do meio ambiente e a mitigação dos impactos negativos causados pelo aquecimento global (ROMEIRO, 2012). Somado a isso, estima-se que o consumo mundial de energia cresça 30% até 2040, e que as soluções de energia renovável atendendo apenas 40% dessa demanda (MURUGAPERAMAL; RAJ, 2019).

Neste sentido, a eficiência energética pode assumir o papel de prática sustentável que auxilia na redução dos impactos ambientais, uma vez que sua adoção possibilita o menor uso de energia para produção de mesma quantidade de produto ou serviço (PATTERSON, 1996).

1.3 – Eficiência energética

As emissões GEE têm seguido a tendência ascendente do consumo energético global, no entanto, é possível reverter essa tendência por meio de avanços na eficiência energética, seja por melhorias e inovações implementadas por empresas do setor energético (COSTA-CAMPI; GARCÍA-QUEVEDO; TRUJILLO-BAUTE, 2015), bem como seu uso consciente por empresas, instituição e o público em geral, uma vez que a eficiência energética pode ser tida como a maior medida individual para evitar a demanda de energia no Cenário de Emissões Líquidas Zero até 2050 (IEA, 2022).

Dados do IEA (2022) mostra, que é preciso realizar uma transição massiva em edifícios, transportes e indústrias, adotando medidas relacionadas à eficiência energética, a fim de evitar um aumento na demanda de energia, incluindo, ainda, medidas necessárias para eficiência energética, como: substituição o combustível de motores de combustão para elétricos, aquecimento a gás para bombas de calor elétricas em edifícios e calor de baixa temperatura na indústria e substituição o uso tradicional de biomassa como o carvão vegetal com formas mais modernas de cozinhar e aquecer. Ainda, as questões de reciclagem e economia circular de materiais, como aço e plástico, proporcionam uma maior economia de energia.

Diferentes estudos têm abordado o conceito de eficiência energética de maneiras distintas. Stagnitta, Rocco e Colombo (2020) destacaram que a eficiência energética está relacionada à proporção entre os benefícios obtidos e a energia utilizada. Irrek e Thomas (2008), por sua vez, identificaram diferentes abordagens em relação à eficiência energética, englobando aspectos macroeconômicos, conversão de energia entre oferta e demanda e esforços de energia na economia. Oikonomou *et al.* (2009) enfatizaram a eficiência como a relação entre a entrada e saída de energia de serviços, podendo ser

aprimorada por melhorias técnicas, como a adoção de novas tecnologias. Eles distinguiram essa abordagem da economia de energia, que está relacionada ao comportamento humano em relação ao consumo energético.

Ainda, Patterson (1996) apresentou um conjunto de indicadores para medir a eficiência energética sob perspectivas físicas e econômicas, com foco no consumo de energia em diferentes segmentos da economia de um país, destacando a importância de uma gestão mais atenta aos conceitos de eficiência energética, principalmente por entidades governamentais, que podem auxiliar na implementação de tais medidas, junto as empresas.

Destaca-se que, Tanaka (2008) explorou diversas formas de medir o desempenho da eficiência energética, incluindo o consumo absoluto de energia, a intensidade energética e a discussão sobre tecnologias específicas de economia de energia ou eficiência térmica. Por sua vez, Haas (1997) definiu indicadores de eficiência energética para o setor residencial, considerando fatores-chave para normalização e comparação, e ressaltando a necessidade de indicadores mais detalhados e estudos de estilo de vida.

Esses estudos demonstram a complexidade e diversidade de abordagens relacionadas à eficiência energética, evidenciando que seu entendimento e gestão são bem complexos, e requer uma análise cuidadosa dos diferentes setores e fatores que influenciam o consumo e uso da energia, pois a configuração de uma empresa (ou até mesmo de uma resistência, espaço público e outros) podem apresentar soluções igualmente distintas.

Dessa forma, a eficiência do consumo de energia pode ser mensurada pela capacidade de produção de mais produtos e serviços, usando a mesma quantidade de energia ou ainda, gerar produtos e serviços similares com uma menor quantidade de energia para sua produção (IEA, 2019, WOHLFARTH; WORRELL; EICHHAMMER, 2020). Khalili, Nojavan e Zare (2019) concluíram que a importância da eficiência energética reside na sua capacidade de aprimorar o desempenho financeiro, ao mesmo tempo em que promove benefícios para a sociedade e o meio ambiente, através da redução do consumo de energia e da criação de valor a produtos e serviços da empresa.

A eficiência energética destacada pelos autores pode ser alcançada de diferentes formas, tais como: melhorias nas tecnologias de aparelhos (LI *et al*., 2019) e na cadeia de suprimentos (MARCHI; ZANONI, 2017), criação e um sistema de gestão ambiental nas

empresas (ZOBEL; MALMGREN, 2016) bem como os incentivos econômicos pela redução dos custos de produção (LIN; ZHENG, 2017) e regulamentação ambientais e sociais de medidas que as empresas possam se beneficiar (WORRELL *et al*., 2009).

Dessa forma, os benefícios da eficiência energética são significativos para o meio ambiente, economia e sociedade, uma vez que é responsável por reduzir os GEE e outros poluentes, auxiliando na mitigação dos impactos ambientais, além de contribuir na estabilidade dos valores cobrados pelos combustíveis e incentivo a busca de fontes sustentáveis de energia, movimentando o desenvolvimento sustentável de um país (SOROKA, 2019), assim como sua relevância na segurança de fornecimento de energia, possibilitando um desenvolvimento sustentável nas empresas (TRIANNI; CAGNO; FARNÉ, 2016).

Em concordância, o Relatório da Situação Mundial (REN21, 2016), aponta que há um crescente reconhecimento global de que a eficiência energética desempenha um papel fundamental na redução das emissões relacionadas à energia e proporciona múltiplos benefícios para a economia, tais como: segurança energética (TRIANNI; CAGNO; FARNÉ, 2014), redução da "pobreza energética" (NEIVA; LAZARO, 2023) e melhoria da saúde pública (HAVERINEN-SHAUGHNESSY *et a*l., 2018).

Sendo assim, a eficiência energética desempenho um papel crucial na redução da intensidade energética da atividade econômica (DATO, 2018), garantindo um futuro mais equilibrado e sustentável (CHEN *et al*., 2020).

As empresas apresentam uma significativa parcela de contribuição nos impactos ambientais, e da mesma proporção, na disseminação das práticas de eficiência energética, uma vez que os impactos causados pelo crescimento dos processos industriais, bem como a queima de combustíveis fósseis para geração de energia que movimenta toda essa produção, contribuíram para cerca de 78% dos GEE entre 1970 e 2010. (IPCC, 2014).

Nesse contexto, aprimorar a eficiência energética na indústria emerge como uma alternativa para redução dessas emissões. No entanto, a importância das PMEs tem sido colocada em segundo plano, quando relacionada a sua contribuição na redução do uso de recursos (SHIPLEY; ELLIOTT, 2001) e nessas, a eficiência energética não tem recebido a devida atenção, onde os campos de monitoramento de consumo, análise de dados de energia, programas de treinamento e motivação de pessoal são pouco implementadas

(TRIANNI; CAGNO; FARNÉ, 2014), apesar de serem consideradas como tendo grande potencial para melhoria da eficiência energética.

Além disto, as PMEs representam aproximadamente 99% das empresas dos principais países (HERNÁREZ *et al*., 2016), e embora seu impacto individual não seja tão significativo, quando observado o impacto causado pela soma delas, em alguns casos pode excedendo aos impactos de grandes empresas (IPCC, 2014).

Por essas características, e por atuarem em diversos setores econômicos, as PMEs apresentam um auxílio no cenário da implementação de medidas voltadas a eficiência energética, (THOLLANDER; DANESTIG; ROHDIN, 2007), além de muitas de suas operação estarem a níveis locais e regionais, possibilitando uma maior conexão com indivíduos conscientes das questões ambientais e sociais de suas comunidades (DA MATA DAHER, 2012), corroborando a uma maior sensibilidade à importância da eficiência energética e ao comprometimento com a sustentabilidade.

Portanto, para que esse potencial seja efetivamente realizado, é fundamental que as PMEs recebam apoio adequado por meio de políticas públicas (THOLLANDER; DOTZAUER, 2010), incentivos financeiros (DURST; GERSTLBERGER, 2021) e programas de capacitação (TRIANNI; CAGNO; FARNÉ, 2014), uma vez que eficiência energética pode proporcionar efeitos significativos no aumento do PIB, podendo chegar a 2,0% (IEA, 2019).

1.4 – Como as principais economias classificam o porte das empresas como PMEs

Com base na definição proposta pela *European Commission* (2020), a categorização das empresas em micro, pequenas ou médias ocorre levando em consideração o número de funcionários e o volume de negócios anual ou o total do balanço. Uma empresa é considerada uma PME se possuir menos de 250 trabalhadores. Para ser mais específico, uma empresa com menos de 10 funcionários é classificada como microempresa, aquela que possui entre 10 e 49 funcionários é considerada pequena e, por fim, uma empresa com 50 a 249 funcionários é classificada como média.

Em relação aos aspectos financeiros, é determinado que o volume de negócios anual deve ser de até 50 milhões de euros, ou o balanço total não deve exceder 43 milhões de euros (*EUROPEAN COMMISSION*, 2020). Devido a essa ampla gama de classificações, comparar os diferentes subtipos de PMEs torna-se uma tarefa bastante desafiadora.

Nos Estados Unidos, a classificação mais comum é feita com base no número de funcionários e receitas anuais, mas se torna complexa quando observado que isso também leva em consideração o segmento da empresa. Para os setores de agricultura e construção, uma PME fatura até US$ 750 milhões/ano e US$ 36.5 milhões/ano, respectivamente. No segmento de manufatura e atacado, leva-se em consideração o número de funcionários que são até 1.500 funcionários na manufatura e até 250 funcionários no atacado. Ainda, os segmentos de varejo, transporte e finanças, levam em consideração ambos os critérios, onde é configurado uma PME se, a empresa do varejo tiver até 499 funcionário e uma receita de até US$ 7.5 milhões ou, uma empresa de transportes que tiver até 1499 funcionário e uma receita de até US$ 37.5 milhões ou ainda, uma empresa de finanças que tiver até 1499 funcionários e uma receita de até US$ 38.5 milhões (*US SMALL BUSINESS ADMINISTRATION*, 2019).

Na China, a complexidade na classificação do porte também se faz presente. A primeira diferença se inicia no segmento, as empresas são classificadas como industriais, de construção, atacado e varejo e outros. As três primeira são os mais presentes no país, onde PMEs da indústria são as que têm até 2.000 funcionários, uma arrecadação de até 30 milhões (RMB/ano), com um balanço financeiro de até 40 milhões RMB/ano. As do segmento da construção, são consideradas PMEs quando têm até 3.000 funcionários, uma arrecadação de até 30 milhões RMB/ano, com um balanço financeiro de até 40 milhões RMB/ano. Já o segmento de atacado e varejo, uma PMEs tem como característica até 200 funcionários, uma arrecadação de até 30.000 milhões (RMB/ano), e desprezado a relação de balanço financeiro anual (*MINISTRY OF INDUSTRY AND INFORMATION TECHNOLOGY OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA*, 2023).

No Japão a complexidade é menor, onde o porte é definido apenas como empresas grandes e empresas não grandes (no caso, PMEs), mas ainda sim a diferenciação ocorre por segmento. As PMEs da indústria e mineração têm até 300 funcionário e um volume de capital de ¥300 milhões. Já no setor de comércios, os atacadistas têm até 100

funcionário e um volume de capital de ¥100 milhões, e os varejistas têm até 50 funcionário e um volume de capital de ¥50 milhões. Ainda, o segmento de serviços, que têm até 100 funcionário e um volume de capital de ¥50 milhões (*SME AGENCY MITI – JAPAN*, 2023).

O Brasil também apresenta certa complexidade na classificação do porte das empresas, onde os critérios utilizados para determinar esses tamanhos podem variar de acordo com o órgão responsável pela classificação.

A Lei Complementar 123 (BRASIL, 2006), também conhecida como Lei Geral das Micro e Pequenas Empresas, estabelece critérios oficiais para caracterizar micro e pequenas empresas com base no faturamento anual. Entretanto, outros tamanhos de empresas não foram especificamente enquadrados na legislação, o que possibilita que diferentes órgãos adotem suas próprias classificações para identificar empresas de médio ou grande porte.

Por exemplo, o Sebrae (2013), classifica o porte das empresas por setor (indústria ou comércio e serviço) e pela quantidade de funcionários, na qual um PME do setor de indústria tem até 499 funcionários, e a do comércio e serviço com até 99 funcionários.

De acordo com a Lei Complementar nº 139 (BRASIL, 2011), leva-se em consideração os critérios da Lei Geral das Micro e Pequenas Empresas, classificando o porte das demais empresas em relação ao seu faturamento anual. A classificação por faturamento fica sendo: Microempresa, com faturamento igual ou inferior a R$ 360.000,00; Pequenas empresas, com faturamento igual ou inferior a R$ 4,8 milhões; Médias empresas, com faturamento igual ou inferior a R$ 20 milhões; e Grandes empresas, com faturamento superior a R$ 20 milhões.

Ainda, com o auxílio da Tabela 1, pode-se notar que existem variações nos critérios de classificação do porte das empresas, em outros países.

Tabela 1 – Formas de classificar o porte das empresas, em alguns países

País	Critérios
Argentina	Faturamento anual, diferente para cada segmento Número de funcionários
Uruguai	Faturamento anual Número de funcionários Ativo total
Canadá	Número de funcionários
México	Número de funcionários, diferente para cada segmento
Alemanha	Número de funcionários
Itália	Número de funcionários, diferente para cada segmento Faturamento anual, diferente para cada segmento Patrimônio declarado, diferente para cada segmento
Reino Unido	Número de funcionários Volume de negócios Balanço total
Irã	Número de funcionários
Turquia	Número de funcionários Unidades utilizadas
Rússia	Faturamento anual, diferente para cada segmento
Austrália	Número de funcionários

Fonte: Adaptado de Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior, 2012

As diferenças entre as grandes empresas e empresas menores, como PMEs, não estão apenas na quantidade de funcionários, receita e balanço financeiro (HASENCLEVER, 2003), outras diferenças qualitativas são presentes, e contribuem para ações que possam ser direcionadas a cada uma delas. Kassai (1997), destaca algumas das principais diferenças qualitativas entre as grandes empresas e as demais. A Tabela 2 apresenta o comparativo de algumas dessas características, em relação ao porte das empresas.

Tabela 2 – Diferenças qualitativas apresentadas entre grandes empresas e PMEs

Característica apresentada	Grandes empresas	Pequenas e médias empresas
Adaptabilidade	Pequena	Grande
Administração	Profissional	Pessoal ou familiar
Capacid. utilizar especialistas	Especializada	Não especializada
Capacitação profissional	Dissolvido	Concentrado
Capital	Capital	Trabalho
Concentração de recursos	Descentralizado	Centralizado
Decisão	Organizado	Informal
Estrutura	Pequena	Grande
Flexibilidade	Sociedade anônima	Limitada
Forma jurídica	Grande	Pequeno
Ganhos de escala	Abundante	Escasso
Interpretação da economia	Grande	Pequeno
Políticas e dispositivos legais	Grande	Pequeno
Recursos financeiros	Complexo e formalizado	Simples e informal
Sistemas de informação	Informatizado	Manual
Utilização de tecnologia	Alta	Baixa

Fonte: Adaptado de Kassai, 1997

Hasenclever (2003) enfatiza que essa diversidade de critérios torna complexa a comparação das características das empresas, especialmente quando se trata de definir políticas de apoio adequadas. A pluralidade de critérios dificulta a formulação de medidas de suporte que atendam de maneira efetiva às diferentes necessidades de empreendimentos.

1.5 – O impacto global das PMEs: Uma análise de desempenho em diferentes economias

De acordo com Muller *et al*., (2017) empresas classificadas como PMEs têm um papel crucial na manutenção da sociedade europeia, sendo representada por aproximadamente 99,8% de todas as empresas europeias, tendo 67% dos empregos e sendo responsáveis por 57% do crescimento econômico do continente.

Quando observada a América Latina e Caribe (ALC), nota-se que as PMEs também desempenham um papel fundamental na economia, onde aproximadamente 99% das empresas são PMEs, sendo responsáveis por empregar cerca de 67% da mão de obra (OCDE/CEPAL 2012), correspondendo a 25% do PIB. Esses dados ilustram a importância das PMEs na criação de empregos e no apoio ao mercado de trabalho na região, embora ainda exista espaço para impulsionar seu potencial de crescimento e aumentar sua participação no PIB (OCDE 2019).

Nos Estados Unidos, as PMEs também têm uma significativa presença econômica, representando 99,9% de todas as empresas, o que equivale a 30,2 milhões de negócios. As pequenas empresas são responsáveis por empregar cerca de 58,9 milhões de pessoas, o que representa aproximadamente 47,5% da mão de obra total dos Estados Unidos (*US SMALL BUSINESS ADMINISTRATION*, 2018). No Canadá, as PMEs correspondem a 10,7 milhões de postos de trabalho ocupados (*CANADA STATISTICS*, 2019).

As economias asiáticas contam com as PMEs como sua espinha dorsal. De acordo com uma pesquisa conduzida pelo Banco Asiático de Desenvolvimento (*Asia SME Finance Monitor* - ASM) em 20 países abrangendo a Ásia Central, o Leste Asiático, o Sul da Ásia, o Sudeste Asiático e o Pacífico, as PMEs representavam, em média, 96% de todas as empresas e empregavam cerca de 62% da força de trabalho nacional nos países pesquisados.

No entanto, mesmo com sua grande presença no cenário empresarial, os dados mais recentes revelam que as PMEs contribuíram apenas com uma média de 42% do PIB, nesses países (*ASIAN DEVELOPMENT BANK*, 2015). Esses números destacam a importância dessas empresas em termos de emprego e atividade econômica, mas também revelam que ainda há espaço para seu maior crescimento e desenvolvimento no contexto do PIB geral do continente asiático.

Na Oceania, segundo dados do *Australian Bureau of Statistics* (ABS), as PMEs correspondem a 99,8% de todas as empresas na Austrália, empregando cerca de 7,6 milhões de pessoas e contribuindo com 68% do emprego no setor privado (OCDE 2020). Já na Nova Zelândia, as PMEs também apresentam um papel significativo na economia, representando 99% de todas as atividades de negócio e contribuindo com 28% do PIB (MBIE 2018).

Na África, as PMEs representam mais que um papel econômico, mas também social. Neste, as PMEs representando mais de 90% de todas as empresas e empregando cerca de 60% da força de trabalho (FJOSE; GRÜNFELD, 2010). Ressalta-se que muitos desses trabalhadores sejam mulheres e jovens, destacando a importância das PMEs na geração de oportunidades para esses segmentos da população. Considerando que a maioria da população é jovem, com cerca de 60% das pessoas possuindo menos de 35 anos. Além disso, estima-se que a parte mais jovem da população (entre 15 e 35 anos) será duplicada até o ano de 2050 (*African Development Bank Group*, 2016). Nesse contexto demográfico, as PMEs assumem um papel crucial no desenvolvimento econômico, na geração de empregos e no apoio ao crescimento sustentável do continente africano.

No Brasil, as PMEs corresponder a aproximadamente 30% do PIB, na qual são gerados mais de 17 milhões de empregos diretos, tendo destaque ao setor de comércio, onde as PMEs têm o triplo de empresas em comparação com as grandes empresas, onde 72% dos empregos gerados no primeiro semestre de 2022, foram por PMEs, que ainda correspondem a 99% dos empreendimentos brasileiros (18,5 milhões) (DATA SEBRAE, 2023).

Apesar das apresentações de relevância e de sua parcela positiva na sociedade, as PMEs representam cerca de 70% de toda a poluição gerada no planeta (RITA *et al*., 2018) e, diante disso, essas empresas devem adotar iniciativas sustentáveis eficazes, uma vez que as atividades econômicas atuais e o consumo de energia e recursos estão causando impactos significativos ao meio ambiente.

Por esse volume de pessoas envolvidas nos processos que compõem as atividades de uma PME, assim como sua importa nas economias dos países, corroboram com os impactos que essas empresas podem causar na sociedade, sendo um importante disseminadores de medidas voltadas a eficiência energética.

2- Metodologia

Com o propósito de investigar as principais relações existentes entre as PMEs e as medidas que elas estão tomando em direção a eficiência energética de seus processos, assim como a correlação que essas ações possam diminuir os impactos da geração de energia, a presente pesquisa consiste em uma revisão sistemática da literatura, uma vez que esse tipo de metodologia apresenta o estado da arte sobre o tema, assim como auxilia em conhecimentos práticos. Sendo assim, o protocolo da pesquisa segue os moldes do protocolo PRISMA, tendo as etapas conforme descrito a seguir.

Na primeira etapa, a pesquisa apresentou como planejamento a busca pela resposta à sua pergunta norteadora: "Como está sendo abordada a relação de eficiência energética em empresas classificadas como PMEs?".

A segunda etapa consistiu no levantamento de artigos relacionados com o tema, limitando as bases de busca bibliográfica e a aplicação dos filtros, tais como palavras-chave, período, critérios de inclusão/exclusão e qualidade dos achados.

A base de dados utilizada na pesquisa foi a *Scopus* e a *Web of Science,* por se tratar de bases de referência internacional. O processo de busca foi realizado através de palavras (*strings*) classificadas como imprescindíveis na composição dos artigos, tendo seu critério de escolha feita através de leituras prévias em artigos relacionados ao tema, e selecionadas algumas palavras recorrentes desses textos.

Com a finalidade de encontrar o máximo possível de estudo relevantes ao tema, a busca foi composta por dois conjuntos de palavras, conectados entre si pelo *booleano "and"*, sendo o primeiro conjunto contendo as palavras: *"energy efficiency", "energy reduction", "sustainable consumption", "renewable energy", "eco-efficiency" e "energy"*, e o segundo conjunto de palavras contendo: *"small and medium sized enterprises", "small business", "medium business", "*SME*"* e *" *SMEs*"*.

Concluindo a etapa de busca, fez-se o uso do *booleano "or"* dentro de cada conjunto de palavras, esgotando as combinações de palavras entre os conjuntos e acumulando o máximo possível de achados. Tal combinação de palavras foi realizada nos

campos "*Article Title", "Abstract"* e *"Keywords"*, limitando-se a "*All open access*[2]*"* e tendo "*Article*", como tipo de documento pesquisado e, ainda, limitando publicações até o ano de 2022.

Após a seleção da base de dados e o conjunto de palavras-chave, deu-se início a terceira etapa, onde foram executas as buscas. Nesta etapa, foram encontrados 4.253 achados na *Scopus* e 7.341 achados na *Web of Science*. Em seguida, foram aplicados os filtros, conforme critérios de inclusão da pesquisa, onde verificou-se a ocorrência das *strings* no título, resumo e palavras-chave, nesta ordem, bem como a limitação dos achados como "*All open access"*, e a limitação de publicações até 2022. Ao fim, nesta etapa foram encontrados 440 artigos na *Scopus* e 863 artigos na *Web of Science*, dentro dos filtros para inclusão.

Como o processo de busca realizado em dois conjuntos de palavras, ocorreram duplicadas, que para resolução deste caso, foi feito o uso do gerenciador de referências bibliográficas *Mendeley*, onde identificou-se os artigos duplicados dentro de cada base e, posteriormente, a foi realizada a análise de duplicadas entre as bases. Após essa verificação, o número de artigos que se enquadraram nos critérios iniciais de busca se limitou a 1042.

Em uma quarta etapa, foi realizada a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, com o intuito de verificar a elegibilidade dos artigos encontrados na busca, antes de serem avaliados individualmente, pelos critérios de inclusão e exclusão. Nessa análise, os critérios de inclusão foram: (i) evidência de abordagem de eficiência energética em pequenas e/ou média empresas; (ii) uso de técnicas de redução do consumo e/ou desperdício de energia em PMEs; (iii) relação de consumo de energia de forma sustentável nas PMEs. Neste mesmo sentido, os critérios de exclusão seriam os títulos, resumos e palavras-chave que não demonstrassem as evidências dos critérios de inclusão, bem como: (i) eficiência energética não relacionado a fonte e/ou uso de energia; (ii) redução de consumo em relação a bens e serviços; (iii) utilização de sigla SME e/ou SMEs para definições diferentes de "*small and medium sized enterprises*".

Com esse critério de seleção, parte dos artigos foi excluída do gerenciador, principalmente por: (i) tratarem de eficiência energética, mas não na esfera de PMEs; (ii) uso de redução de energia, mas não relacionada diretamente com a eficiência energética

[2] Acesso aberto a conteúdos que podem ser acessados pela plataforma Capes.

ou suas premissas; (iii) uso da sigla SMEs em outros campos de pesquisa, como por exemplo seu uso em "*Superconducting Magnetic Energy Storage*". Após essa exclusão, foram obtidos 111 artigos para leitura integral do material, para correlacionar as abordagens contidas em cada um desses artigos.

Na quinta e última etapa, foi realizada a leitura na integra, em cada artigo, buscando a detecção da abordagem de eficiência energética nas PMEs. Ao fim, a análise resultou em uma acumulado de 107 artigos selecionados para seguirem nas meta-análises.

Com isso, essa fase de levantamento bibliográfico teve início com 11.594 achados, de duas bases de dados distintas, resultando em um total de 107 artigos após a aplicação dos filtros e análise dos materiais. A Figura 8 descreve todo o processo de levantamento bibliográfico até o resultado da final da busca, tendo como base o método PRISMA.

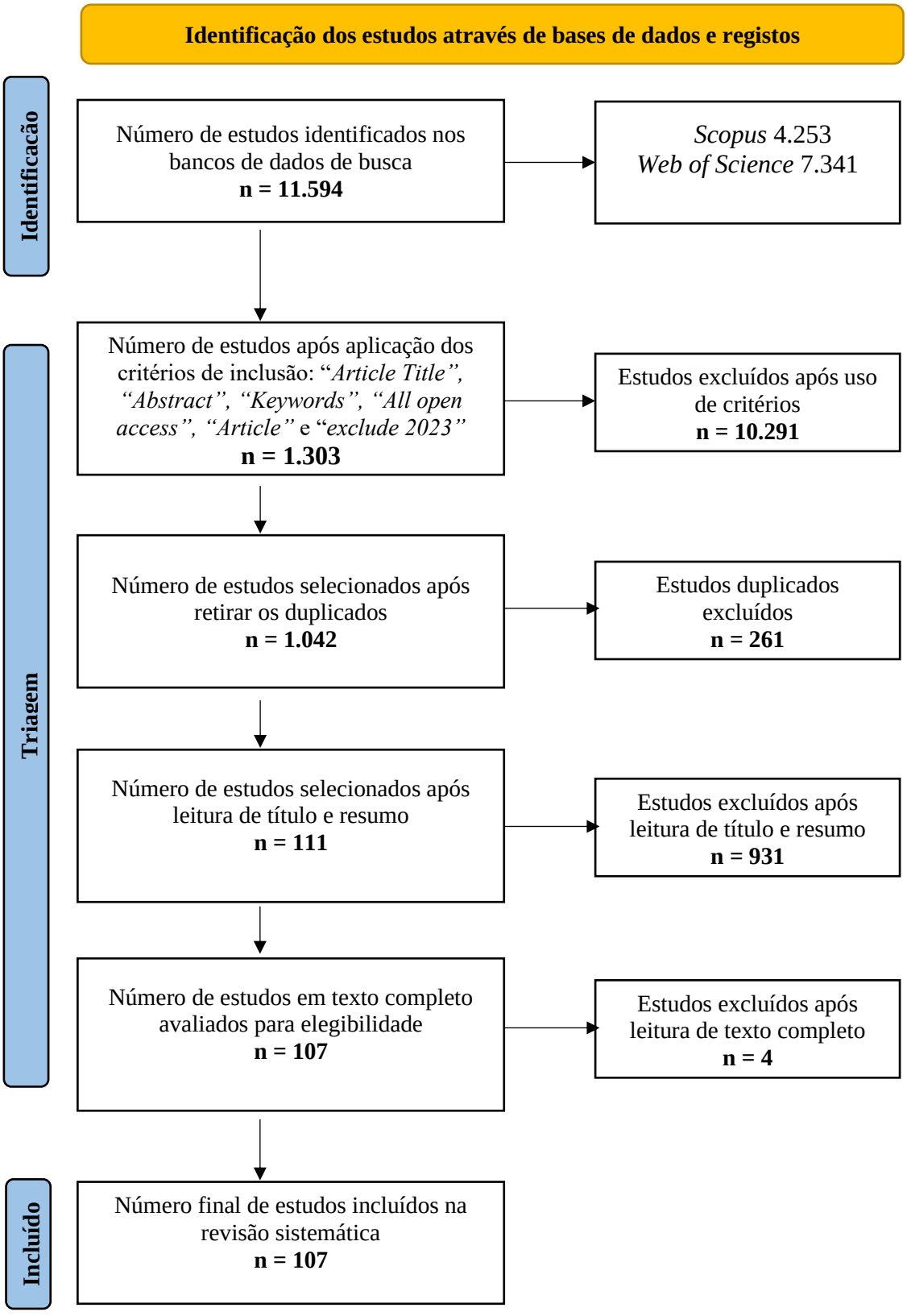


Figura 8 – Protocolo de busca para revisão de literatura
Fonte: Elaborado pelo autor

2.1 – Dados complementares à pesquisa

Devido protocolo de busca para revisão de literatura ter se limitado até o ano de 2022, e com o intuito de atualizar dados referentes ao tema da pesquisa, foi realizada uma busca complementar por artigos no ano de 2023.

De forma resumida, após utilização das *strings*, e dos limitadores: "*Article Title", "Abstract", "Keywords", "All open access", "Article"* e "*publications years: 2023"*, foram encontrados 102 artigos na base *Scopus* e 223 artigos na base *Web of Science*, na qual foi submetida a verificação de duplicados, dando origem a 266 artigos para análise de título, resumo e palavras-chave.

Retornado ao critério de exclusão a grande maioria dos artigos foram excluídos por terem o uso da sigla SMEs remetendo a estudos de "*Superconducting Magnetic Energy Storage*". Dessa forma, restaram 14 artigos para serem lidos na integra, para verificação final.

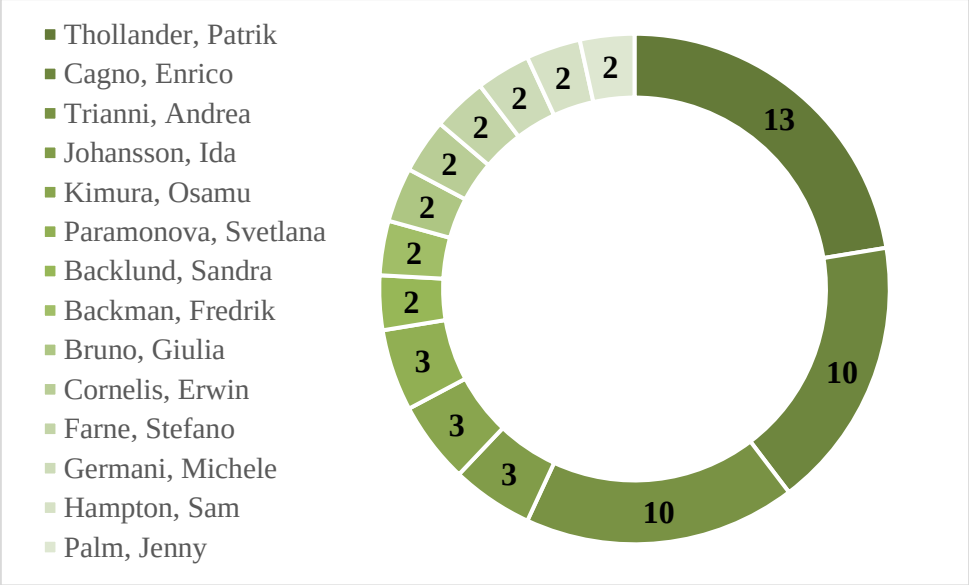
Na verificação final dos artigos, foram selecionados 5 (cinco) artigos que se relacionam com o protocolo de busca. Dessa forma, concluiu-se que, até agosto de 2023, foram encontrados 5 artigos que complementam o protocolo inicial e, os mesmos, são apresentados nos resultados complementares.

3- Resultados

Com a utilização dos *softwares* de meta-análise, 107 artigos apresentaram ao todo 335 autores, contendo 507 palavras-chave (sendo 306 distintas), em 41 periódicos, publicados, até 2022.

Dentre os autores com maior número de artigos relacionados ao tema de pesquisa temos: Thollander, P. com 13 publicações, Cagno, E. e Trianni, A. com 10 publicações cada. Outros 3 autores (Johansson, I., Kimura, O. e Paramonova, S.) tiveram 3 publicações relacionadas na pesquisa. Ainda, outros 14 autores com 2 publicações cada, e os demais autores, tiveram seu nome relacionado em apenas uma publicação. O Gráfico 1 descreve a distribuição de estudos relacionados aos autores encontrados.

Gráfico 1 – Principais autores, por número de publicações



Fonte: Elaborado pelo autor

De fato, os três autores que mais se destacam aprestam, além de apresentar o maior número de citações dentre os demais autores (Anexo I), também apresentam uma forte relação na rede de cocitação levantados na pesquisa.

Essa rede de cocitação descreve uma maior relevância em compartilhamento de interessem em comum, dentro de um mesmo tópico ou campo de estudos. A representação

observada na Figura 8 auxilia a compreender e identificar os grupos de pesquisadores que trabalham nas áreas relacionadas, e podemos observar uma maior concentração em torno dos 3 autores com maior número de publicações, demonstrando um alinhamento em torno do tema de pesquisa.

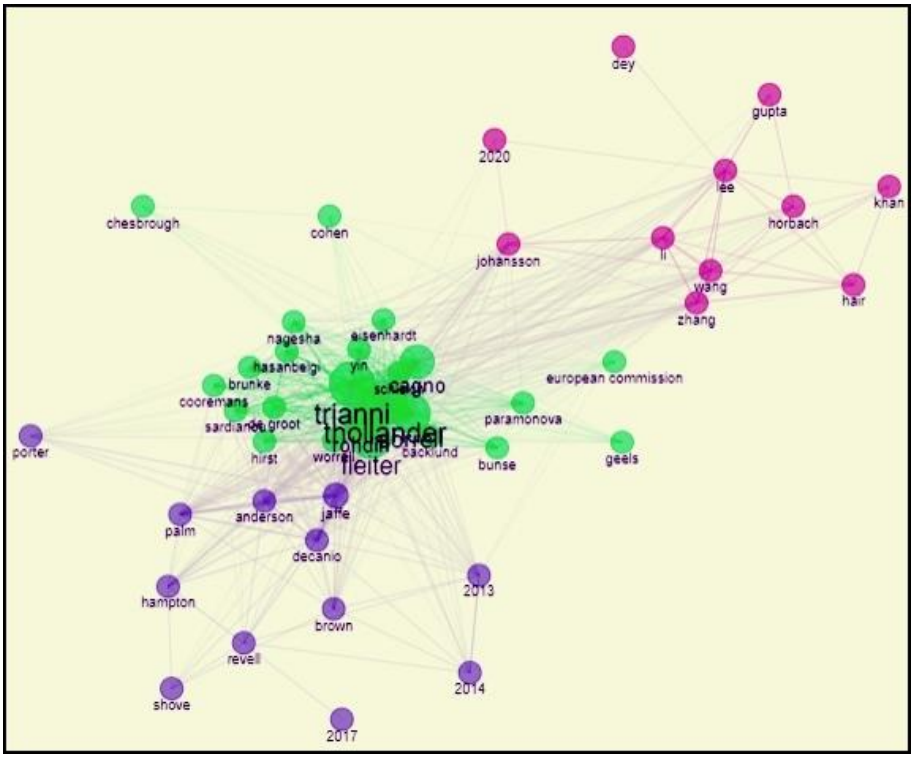


Figura 9 – Mapa de cocitações
Fonte: N-Vivo, adaptado pelo autor

Outro dado que pode corroborar com o avanço dos trabalhos acadêmicos relacionas ao tema de pesquisa é a análise de produções acadêmicas de cada autos, ao longo dos anos, e a evolução de publicações.

No Figura 10, pode ser observado que, dentre os autores desta pesquisa, Thollander foi o primeiro a publicar sobre o tema, com o artigo "*Energy policies for increase industrial energy efficiency: Evaluation of a local energy programme for manufacturing SMEs"*, no qual tem uma média de citação anual de 14 citações. Desde então, observa-se que a relevância sobre o tema cresce entre os anos de 2014 e 2015, onde os principais autores tiveram trabalhos com maior relevância. Ainda, observa-se a tendência no aumento de publicações a partir de 2013, podendo indicar uma mudança na atividade acadêmica relacionada ao campo de estudo.

Outro dado que descreve esta tendência pode ser observado no Gráfico 2, onde observa-se um crescimento no número de publicações anuais a partir de 2015, com uma taxa de crescimento anual de 19,42%.

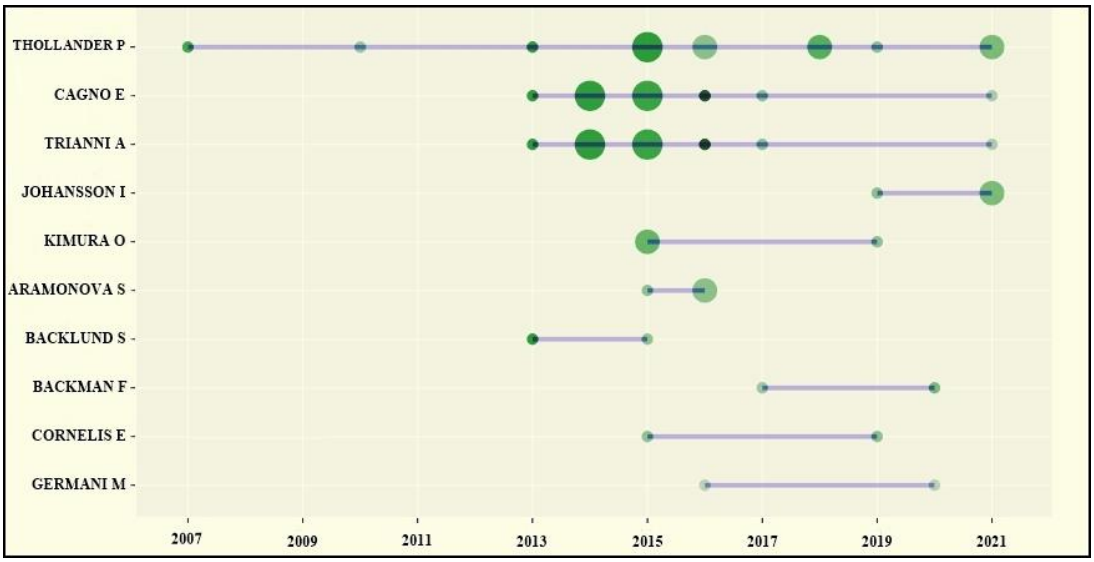
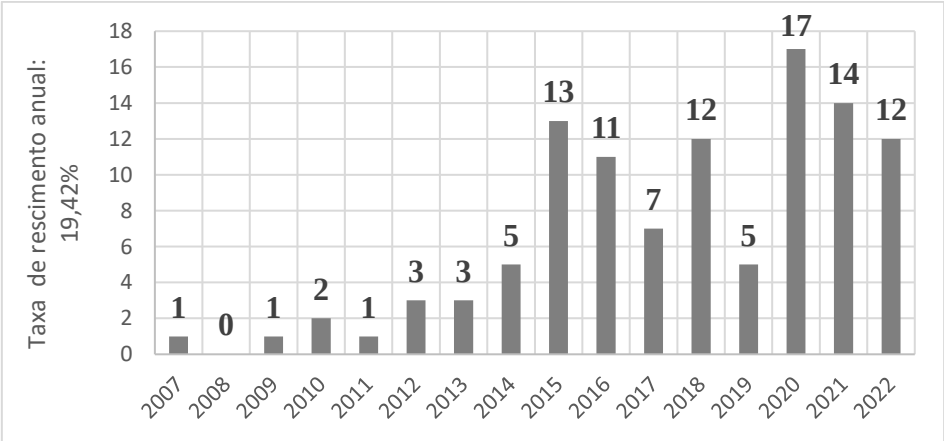


Figura 10 – Diagrama de produções ao longo dos anos (2007-2022)
Fonte: N-Vivo, adaptado pelo autor

Gráfico 2 – Número de publicações por ano.

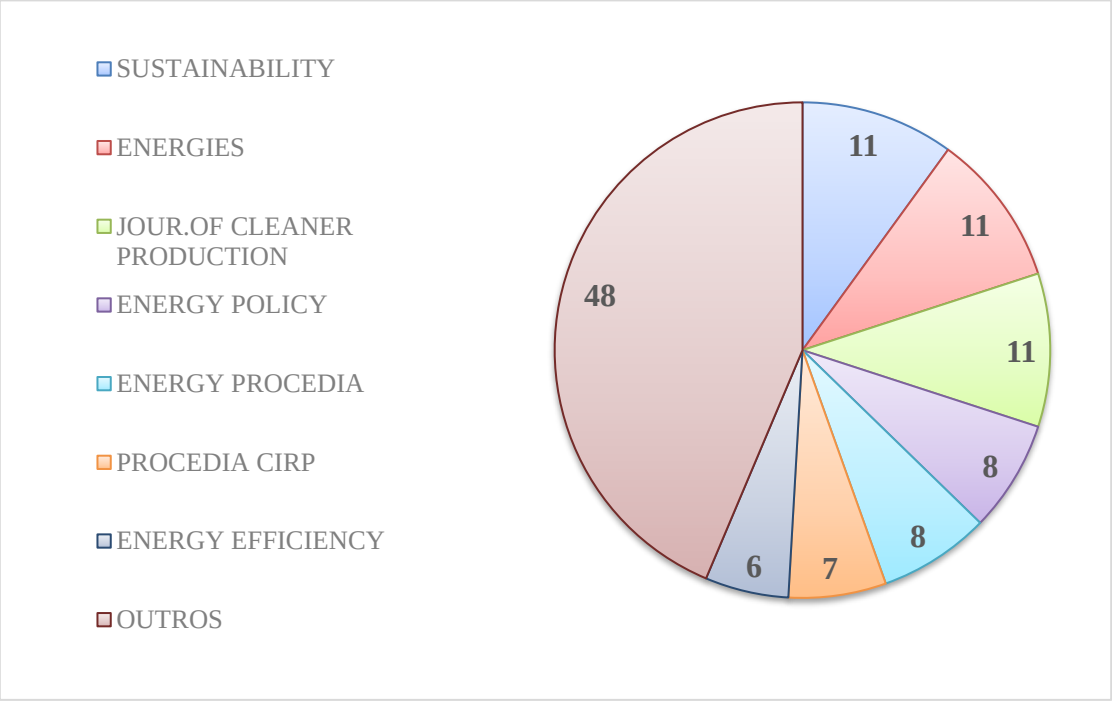


Fonte: Elaborado pelo autor

Quando observado o perfil dos periódicos onde os artigos foram publicados, identificamos que estão alinhados com o tema de sustentabilidade, energia e eficiência energética. Com tudo, nota-se um percentual acima de 50% dos artigos concentrados em 6 periódicos, sendo: *Sustainability*, *Energies*, e *Journal of Cleaner Production* com 11

publicações cada, seguidos de *Energy Policy* e *Energy Procedia* com 8 publicações cada, e *Procedia CIRP* com 7 publicações. Ainda, os periódicos *Energy Efficiency* contemplam 6 publicações, *Renewable and Sustainable Reviews* com 5 publicações e soma dos demais completam outros 34 periódicos, totalizando 41 periódicos. A distribuição completa é apresentada no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Número de publicações por periódico.



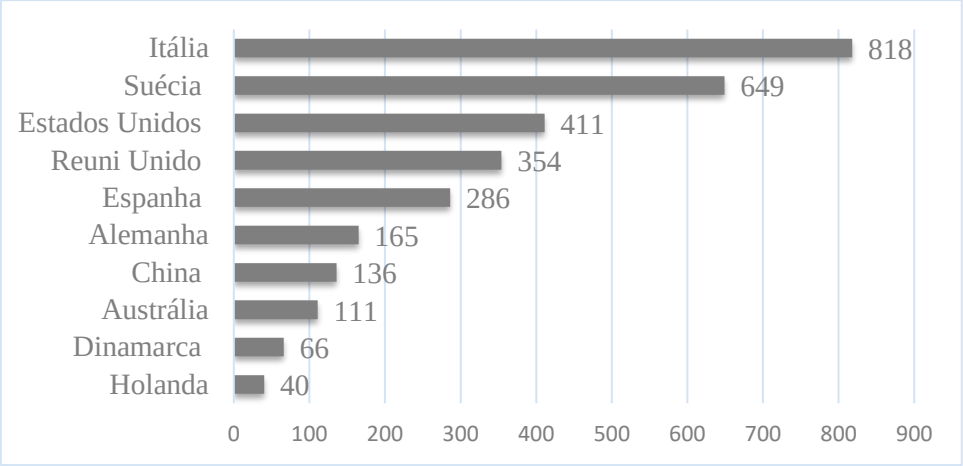
Fonte: Elaborado pelo autor

Ainda, os artigos abordam a temática da eficiência energética em diferentes cenários, sendo por comparação, estudo de campo prático ou ainda grupos de empresas de uma região específica. Dessa forma, foi verificado os países que estes artigos citam, com a finalidade de entender onde o tema tem sido mais abordado.

Ao verificarmos os 10 países mais citados nos estudos, nota-se que todos são países desenvolvidos, 9 entre 10 estão no hemisfério norte, sendo 7 europeus, 1 americano e um asiático. Um dos possíveis motivos da Itália ser o país mais citados pode ter origem na sua dependência energética, que é um dos países europeus com maior dependência energética, chegando a mais de 80% (EUROSTAT, 2018).

A representação do número de frequências de citação de cada país, no grupo de artigos levantados por esta revisão, está descrita no Gráfico 4.

Gráfico 4 – Número de citações (por país) no grupo de artigos relacionados na revisão.



Fonte: Elaborado pelo autor

Por fim, buscando relacionar o tema de pesquisa às abordagens trabalhadas pelos autores, sua rede de cocitação, variação anual de publicações, periódicos e principais países contidos nos artigos, foi elaborado uma nuvem das palavras contemplando o texto dos artigos de forma integral, visando entender como a temática está sendo tratada dentre esses estudos levantados.

Notou-se que, das palavras com maior frequência, 3 são palavras continas no protocolo de busca das bases, sendo: *energy* (18696 vezes), SMEs (4198 vezes) e *efficiency* (3527 vezes), e outras 3 palavras não estavam contidas no protocolo, sendo elas: *barriers* (2766 vezes), *management* (2354 vezes) e *innovation* (2309 vezes).

Essa relação de palavras com maior frequência nos textos dos artigos, descreve um indicativo de como os autores estão abordando o tema de pesquisa. Outras palavras com frequência considerável também se destacam como: *study* (2048 vezes), *production* (1939 vezes), *industrial* (1837 vezes) e *policy* (1649 vezes). A Figura 11 demonstra de forma mais clara a relação de palavras com maior frequência nos textos analisados.



Figura 11 – Mapa de palavras contidas nos artigos

Fonte: N-Vivo, adaptado pelo autor

Com o acumulado dos artigos, foi obtido um total de 507 palavras-chave. Por métodos de pesquisa de palavras por agrupamento derivativos (junção de palavras derivadas), foi observado um cenário semelhante ao que se apresentou na frequência de palavras no texto. Neste, as mais recorrentes novamente foram as palavras que já constavam no protocolo de pesquisa, como: *energy* (134 vezes), *efficiency* (78 vezes), SMEs (38 vezes), *enterprises* (21 vezes), *small* (20 vezes) e *medium* (19 vezes). E como anteriormente, foi observado uma frequência de palavras considerável, que não estavam diretamente ligadas as *strings* da pesquisa, como: *management* (21 vezes), *barriers* (20 vezes), e *innovation* (18 vezes), sendo mais um indicativo de como a temática está sendo abordada nos estudos levantados por esta revisão. A Figura 12 demostra essa relação das 50 palavras-chave mais frequentes na pesquisa.



Figura 12 – Mapa das palavras-chaves mais frequêntes

Fonte: N-Vivo, adaptado pelo autor

A mesma análise de nuvem de palavras foi realizada para verificar as palavras com maior frequência contidos nos resumos dos artigos selecionados para esta pesquisa. Neste, as palavras de maior frequência (somadas as suas derivações) tiveram um comportamento similar as palavras do texto completo e palavras-chave, tendo entre elas: *energy* (724 vezes), *efficiency* (297 vezes), SMEs (215 vezes), *enterprises* (131 vezes) e *small* (119 vezes). Também foi observada a frequência de palavras que não foram utilizadas no protocolo da pesquisa, como: *using* (157 vezes), industrial (140 vezes), *barriers* (117 vezes) e *production* (100 vezes). A Figura 13 mostra a distribuição das palavras contidas nos resumos dos artigos.



Figura 13 – Mapa das palavras com maior frequência, contidas em resumos

Fonte: N-Vivo, adaptado pelo autor

Com a finalidade de endossar uma busca completa e direcionada, nas temáticas que abrangem a pesquisa, foi utilizado o *software* N-Vivo para retornar algumas pesquisas utilizando palavras encontradas em nossas nuvens, mas que não estavam contidas no grupo das *strings*.

Nesse caso, foram selecionadas as palavras *barriers, management* e *innovation*, combinadas com algumas *strings* utilizadas nas bases de pesquisa. Os resultados mais expressivos foram: *barriers to energy efficiency, energy management in smes* e *environmental innovation*.

Ao ser utilizada a combinação "*barriers to energy efficiency"* houve um retorno de 14 artigos que usaram essa combinação. Os principais trechos extraídos desta analise foram: *"[...]explained by the existence of barriers to energy efficiency [3-5], as recently modelled[...]"* (TRIANNI, *et al*., 2014); *"[...]generally, economic, behavioural and organizational barriers to energy efficiency gains have been identified (Sorrell [...]", "[...] 1991) studied the market economic barriers to energy efficiency and identified the external cost [...]"* (ACKAH; KIZYS, 2018); "[...] constitute by far the largest barriers to energy efficiency, confirming the vast majority of [...]" (CAGNO, *et al*., 2017); e "*[...]overview of the most important barriers for energy efficiency measures in SMEs [...]"* (WOHLFARTH, *et al*., 2020).

A Figura 14 mostra os demais ramos que a sentença "*barriers to energy efficiency"* está ligada, levando em consideração três palavras entes e três palavras após.

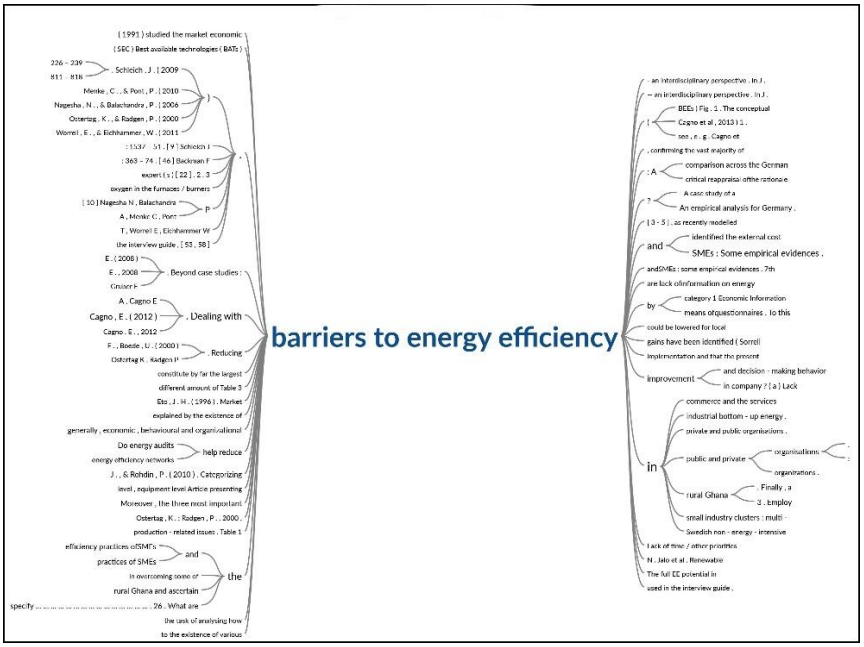


Figura 14 – Sentenças encontradas para o termo *"barriers to energy efficiency"*

Fonte: N-Vivo, adaptado pelo autor

Já na combinação *"energy management in smes"* houve um retorno de 7 artigos que usaram essa combinação. Os principais trechos encontrados foram: *"[...] resource, which can ensure efficient energy management to the SMEs using all functions of the[...]", "[...] A comprehensive presentation on energy management for SMEs based on automatic meter reading [...]"* (GRIGORAȘ; NEAGU, 2020); "*[...]committed to energy efficiency and energy management, SMEs do not have such abilities [...]"* (THOLLANDER; DOTZAUER, 2010); *"[...] to illustrate the maturity of energy management in SMEs, the main drivers, and barriers [...]"* (JALO, *et al*., 2021) e *"[...] What Importance Does Energy Management Have for the SMEs? Energy management is often regarded [...]"* (KÖNIG, *et al*., 2020).

A Figura 15 mostra os demais ramos que a sentença *"energy management in smes"* está ligada, levando em consideração três palavras entes e três palavras após.

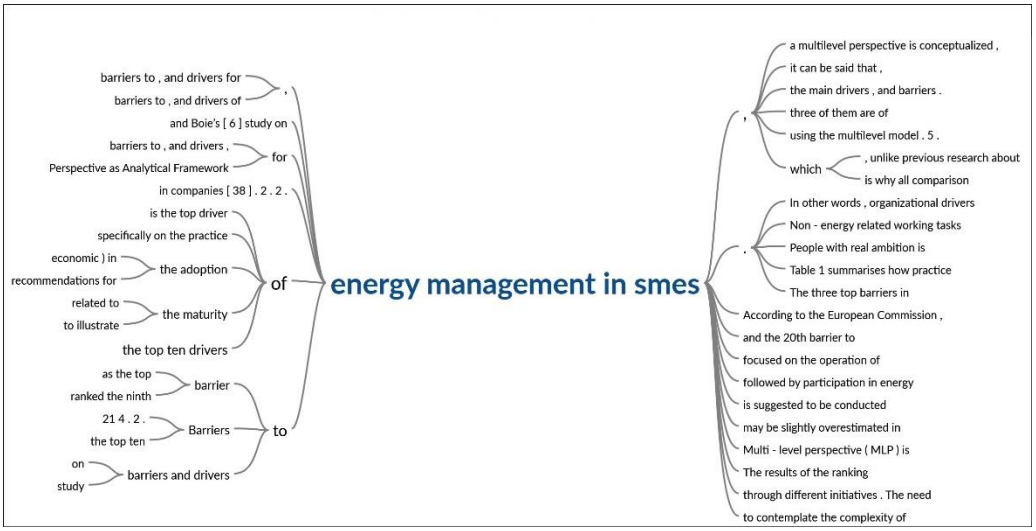


Figura 15 – Sentenças encontradas para o termo *"energy management in smes"*
Fonte: N-Vivo, adaptado pelo autor

Na combinação *"environmental innovation"* houve um retorno de 12 artigos que usaram essa combinação. Os principais trechos encontrados foram: *"[...] identifies and ranks barriers to environmental innovation in Saudi Arabia and also [...]", "[...] impediment to the adoption of environmental innovation. They also found that SMEs [...]"* (MUSAAD, *et al*., 2020); *"[...] firms through the connections between environmental innovation and sustainable business performance: Does [...]"* (CEPTUREANU, *et al*., 2020); *"[...] inferred the need to coordinate environmental and innovation policies. The success of regulation [...]"* (COSTA-CAMPI; GARCÍA-QUEVEDO; TRUJILLO-BAUTE, 2015); *"[...] performance. The authors deliberated that environmental innovation could play a crucial role [...]"* (AHMED, 2020).

A Figura 16 mostra os demais ramos que a sentença *"energy management in smes"* está ligada, levando em consideração três palavras entes e três palavras após.

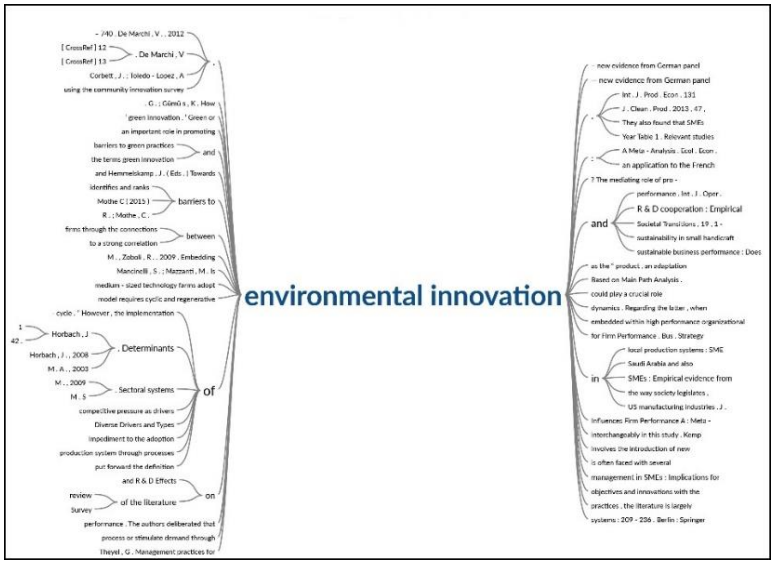


Figura 16 – Sentenças encontradas para o termo *"environmental innovation"*

Fonte: N-Vivo, adaptado pelo autor

Por fim, com o auxílio do *software* N-Vivo, pôde-se agrupar os artigos conforme a similaridade de palavras contidas em seus textos, possibilitando a visualização de nós entre os artigos, direcionando de forma mais objetiva a possível correlação entre os estudos. Neste, foi retornado um total de 19 *clusters* em estrutura de dendrograma.

A Figura 17 mostra a estrutura completa do dendrograma, contemplando a relação existente entre os 107 artigos levantados por esta revisão.

O Anexo I, mostra a relação completa de cada *cluster*, detalhando os artigos por autor, título, anos de publicação e total de citações.

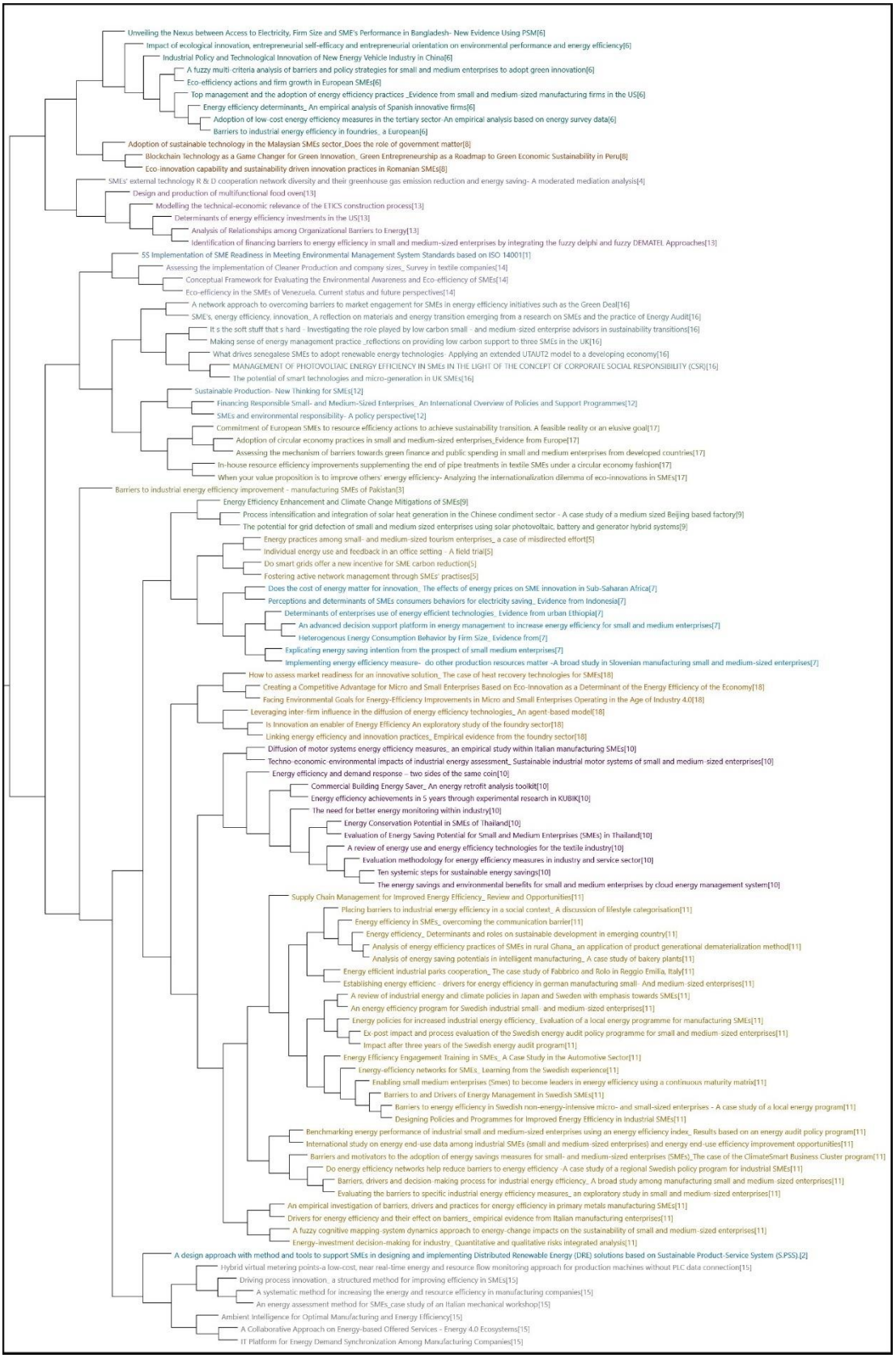


Figura 17 – Artigos em cluster, por similaridade de palavras contidas nos textos

Fonte: N-Vivo, adaptado pelo autor

O uso de estrutura de um dendrograma tem como intuito a representação gráfica de uma correlação por similaridade de palavras contida nos artigos. Ainda, essa estrutura possibilita a *cluster analysis*, que pode ser aferida pela correlação cofenética do agrupamento, por exemplo.

Para cada par de objetos (i, j), calcula-se a diferença entre o percurso no dendrograma e a distância original. Esse processo deve ser seguido por cada par de objetos e, em seguida, soma dos quadrados dessas diferenças para todos os pares de objetos. O valor da correlação varia de -1 a 1, indicando uma boa correspondência entre as distâncias no dendrograma e as distâncias originais.

Nesta revisão, o uso do *software* N-Vivo possibilitou o cálculo da correlação cofenética, que foi de 0,7461, indicando uma correspondência relativamente boa entre as distâncias presentes no dendrograma e as distâncias originais entre os objetos (Figura 18).

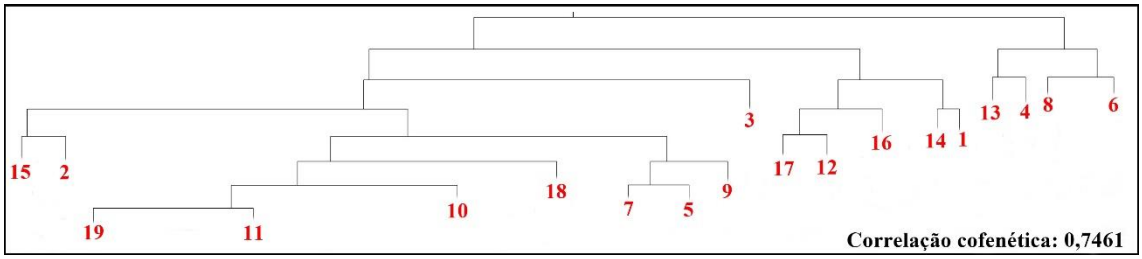


Figura 18 – Artigos em cluster, por similaridade de palavras contidas nos textos

Fonte: Adaptado pelo autor

Com a relação dos 19 *clusters*, foi construído a nuvem de palavras de cada um, possibilitando identificar as abordagens de cada aglomerado, como pode ser visto na Figura 19.

Apesar das similaridades de conjunto de palavras dos *clusters*: 19 e 13; 18 e 6; 10 e 5; eles se encontram em agrupamentos afastados (Figura 18), indicando que, mesmo compartilhando palavras semelhantes, a abordagem sobre o tema pode apresentar distinções. Dessa forma, foi feita a verificação das principais abordagens sobre o tema de pesquisa, em cada um desses aglomerados, e sua descrição foi registrada na Tabela 3. Ainda, a Tabela 4 apresenta a síntese dos estudos, destacando a amostragem e as principais abordagens de cada um deles.



Figura 19 – Mapa de palavras contidas nos artigos em cada *cluster*

Fonte: N-Vivo, adaptado pelo autor

Tabela 3 – Principais abordagem dos artigos, separados por *clusters*

Cluster	**Principais abordagens no grupo**
1	Implementação da ferramenta 5S como forma de implementação de um sistema de gestão ambiental eficiente, nas PMEs
2	Energia renovável distribuída como acesso sustentável a energia
3	Fatores técnicos da gestão como barreira a eficiência energética
4	Redução do tempo de produção, emissão de GEE e economia de energia, pela ótica da inovação aberta
5	Compreensão dos padrões de consumo de energia nas PMEs
6	Os efeitos de ações de ecoeficiência no desempenho das PMEs como resposta a barreiras
7	Adoção de práticas eficientes, comportamento do usuário e o impacto dos custos energéticos na inovação
8	Práticas de inovação orientadas para a sustentabilidade
9	Reduzir na demanda de energia térmica por meio da energia renovável (Fotovoltaica)
10	Medidas de monitoramento do consumo de energia, visando aumento da eficiência energética
11	Busca por conhecimento externo a medidas de eficiência energética
12	Políticas de financiamento a medidas de eficiência energética
13	Abordagem sobre as barreiras financeiras e organizacionais no processo de eficiência energéticas nas PMEs
14	Avaliação de práticas de produção mais limpa
15	Plataformas e métodos inovadores focados na otimização e previsão do consumo energético nos processos de produção
16	Métodos para redução de barreiras de informação
17	Transição para sustentabilidade e redução do uso de energia
18	Ecoinovação voltada a eficiência energética
19	Barreiras a eficiência energética

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 4 – Síntese dos estudos abordados na pesquisa

(continua)

Cluster	Autor (es)	Amostra	Local	Principal abordagem
1	VIRANDA D. *et al.* (2020)	Estudo de caso	Indonésia	Avaliação da implementação da metodologia 5S em PMEs para atender aos padrões do sistema de gestão ambiental baseado na ISO 14001:2015.
2	BACCHETTI E. (2017)	15 PMEs	Uganda e Botswana	Análise de como as PMEs podem adotar soluções de Energia Renovável Distribuída através do Sistema Produto-Serviço Sustentável (práticas sustentáveis e inovação).
3	HASSAN M.;BUREK S.;ASIF M. (2017)	192 PMEs	Paquistão	Abordam barreiras ligadas a gestão, na qual identifica a correlação positiva entre o tamanho da empresa, expertise dos gestores e as barreiras a medidas de eficiência energética.
4	HAU Y.S. (2019)	3.300 PMEs	Coreia do Sul	Descreve o efeito da diversidade da rede de cooperação em P&D tecnológica externa na redução das emissões de GEE e na poupança de energia das PMEs.
5	MURTAGH N. *et al.* (2013)	Estudo de caso	Reino Unido	Demonstração de como o comportamento individual pode impactar diretamente no consumo de energia, e como a falta de motivação pode influenciar neste comportamento.
	COLES T.;DINAN C.;WARREN N. (2016)	29 PMEs	Inglaterra	Destacam a falta de compreensão das PMEs sobre o consumo e gestão de energia, sugerindo que, antes de adotar um sistema de gestão ambiental, é essencial aumentar o interesse e motivar as partes envolvidas.
	RAWLINGS J.*et al.* (2014)	-	Reino Unido	Destacam que a compreensão do padrão de consumo das PMEs são vitais para estratégias de gestão de energia eficaz, sugerindo a adoção de redes inteligentes pare redução dessa informação de consumo, tanto para a empresa quanto para os funcionários.
	POWELLS G. *et al.* (2016)	152 PMEs	Reino Unido	

Tabela 4 – Síntese dos estudos abordados na pesquisa

(continua)

Cluster	Autor (es)	Amostra	Local	Principal abordagem
6	TRIANNI A. *et al.* (2013)		Alemanha, Suécia e outros 7 países europeus	Descrevem as PMEs como heterogêneas, e suas políticas de eficiência energética devem considerar diferenças regionais, como as observadas entre empresas alemãs e suecas abordadas no estudo.
	COSTA-CAMPI M.;GARCÍA-QUEVEDO J.;SEGARRA A. (2015)	4.458 PMEs	Espanha	Investigação de como falhas de mercado e barreiras influenciam a adoção de investimentos em eficiência energética por empresas inovadoras, com foco nas características que diferenciam empresas ecoinovadoras na Espanha.
	BLASS V. *et al.* (2014)	752 PMEs	EUA	Levantamento de que, os gerentes de operações, com seu amplo conhecimento do processo produtivo, auxiliam positivamente na adoção à eficiência energética, reduzindo barreiras internas nas PMEs
	JOVÉ-LLOPIS E.;SEGARRA-BLASCO A. (2018)	11.336 PMEs	28 países europeus	O estudo investiga como práticas sustentáveis e eficientes podem influenciar positivamente o desempenho e expansão dessas empresas, onde é abordado que, as PMEs que implementam ações de ecoeficiência tendem a experimentar um crescimento mais robusto em comparação com aquelas que não adotam tais práticas.
	MUSAAD O. *et al.* (2020)	10 PMEs	Arábia Saudita	Em relação às barreiras para "inovações verdes", as políticas predominaram, indicando que as diretrizes governamentais e a regulamentação são essenciais para a eficaz adoção de inovações verdes pelas PMEs
	SCHLOMANN B.;SCHLEICH J. (2015)	2.113 PMEs	Alemanha	Análise da adoção de práticas de eficiência energética de baixo custo em empresas da Alemanha.

Tabela 4 – Síntese dos estudos abordados na pesquisa

(continua)

Cluster	Autor (es)	Amostra	Local	Principal abordagem
	AHMED U.;MOZAMMEL S.;ZAMAN F. (2020)	300 PMEs	Malásia	Análise das PMEs que incorporam práticas inovadoras com uma perspectiva ecológica e que possuem uma forte orientação e confiança empreendedora estão mais propensas a alcançar melhores resultados em termos de eficiência energética e sustentabilidade ambiental.
	LI H. *et al*. (2022)	242 PMEs	China	Análise do impacto dos subsídios governamentais na inovação tecnológica da indústria de veículos de energia limpa na China, destacando sua influência positiva na quantidade de inovação.
	CHOWDHURY M. *et al.* (2021)	3.196 PMEs	Bangladesh	A falta de eletricidade afeta negativamente o desempenho das PMEs. Foi apontada a correlação positiva entre o tamanho da empresa e a produtividade. Com isso, PMEs com restrições energéticas têm menor produtividade. Garantir energia sustentável nas PMEs impulsiona o crescimento econômico sustentável.
	HASSEN S.;GEBREHIWOT T.;AREGA T. (2018)	8.174 PMEs	Etiópia	Identificação de fatores que influenciam o uso empresarial de tecnologias de eficiência energética.
	TRIANNI A. *et al.* (2021)	217 PMEs	Eslovênia	Análise da integração da eficiência energética com outros recursos de produção, como mão de obra, materiais e capital. A abordagem visa potencializar a produção e melhorar o desempenho econômico das PMEs.
	NGUYEN P.;TRAN K. (2020)	336 PMEs	Vietnã	Apresentação da importância do comprometimento da alta gestão para impulsionar a economia de energia nas PMEs, influenciando desde investimentos em tecnologia até treinamentos para funcionários.

Tabela 4 – Síntese dos estudos abordados na pesquisa

(continua)

Cluster	Autor (es)	Amostra	Local	Principal abordagem
7	LEE J.;YU J. (2019)	30 PMEs	Coreia do Sul	Análise do consumo de energia nas PMEs, destacando que empresas de diferentes tamanhos têm padrões distintos de consumo, sugerindo que regulamentações ambientais e o tamanho da empresa influenciam a adoção de práticas de economia de energia.
	GRIGORAS G.;NEAGU B. (2020)	Abordagem teórica	-	Análise de como as inovações tecnológicas, como plataformas de monitoramento, influenciam as estratégias de eficiência energética nas PMEs, destacando a importância de prever e otimizar o consumo de energia.
	HUSSAIN J. *et al.* (2022)	3.400 PMEs	10 países da África Subsaariana	Investigação da influência do custo da eletricidade na inovação das PMEs na África Subsaariana, considerando a geração de energia renovável e não renovável.
	AKIL Y.*et al.* (2020)	100 PMEs (consumidores)	Indonésia	O estudo analisa as respostas de usuários para identificar padrões e tendências em suas atitudes e ações em relação ao uso eficiente de energia, com intuito de compreender melhor como esses usuários veem a importância da economia de eletricidade e quais práticas eles adotam em suas empresas para alcançar a eficiência energética.
8	BAKAR M. *et al.* (2020)	263 PMEs	Malásia	Análise do papel do governo na adoção de tecnologia sustentável nas PMEs, considerando as restrições de recursos e a necessidade de intervenção de terceiros para tornar o processo de adoção mais eficaz.
	CEPTUREANU S. *et al.* (2020)	397 PMEs	Romênia	Investigação da capacidade de ecoinovação e como ela influencia as práticas de inovação voltadas para a sustentabilidade nas PMEs.

Tabela 4 – Síntese dos estudos abordados na pesquisa

(continua)

Cluster	Autor (es)	Amostra	Local	Principal abordagem
	POLAS M. *et al.* (2020)	184 PMEs	Peru	A pesquisa avalia como a gestão ambiental impacta o empreendedorismo verde e a inovação, bem como o sucesso geral da empresa.
9	STURM B. *et al.* (2015)	Abordagem teórica	EUA	A principal abordagem é focada na implementação e análise de um sistema solar fotovoltaico para melhorar a eficiência energética, mitigar as mudanças climáticas, Explorando a necessidade das indústrias de economizar energia e substituir fontes convencionais por renováveis, além da possibilidade da utilização de um híbrido de energia solar fotovoltaica, bateria e gerador, aumentando a segurança energética e diminuindo a dependência das redes elétrica, por exemplo.
	RAJ G.;KIRUBAKARAN V. (2021)	Estudo de caso	Índia	
	PEFFLEY T.;PEARCE J. (2020)	Estudo de caso	China	
	HASANBEIGI A.;PRICE L. (2012)	Abordagem teórica	-	Analisam a indústria têxtil indiana, destacando a necessidade de melhorar a eficiência energética. A pesquisa identifica oportunidades para reduzir o consumo de energia, tornando o setor mais sustentável e econômico.
	HONG T. *et al.* (2015)	Abordagem teórica	EUA	Análise de retrofit energético que avalia o consumo energético de um edifício, identifica medidas de retrofit e avalia sua eficácia em termos de economia de energia, redução de custos e retorno sobre o investimento. As infraestruturas de investigação podem apoiar o desenvolvimento tecnológico e a introdução no mercado de produtos para edifícios energeticamente eficientes.
	GARAY R. *et al*. (2015)	Abordagem teórica	Espanha	

Tabela 4 – Síntese dos estudos abordados na pesquisa

(continua)

Cluster	Autor (es)	Amostra	Local	Principal abordagem
10	ERRIGO A.; CHOI J.; KISSOCK K. (2022)	191 PMEs	EUA	Análise de auditorias visavam identificar melhorias em eficiência energética nos sistemas de motores industriais, reduzindo custos e impacto ambiental, promovendo práticas sustentáveis.
	O'RIELLY K.; JESWIET J. (2015)	Estudo de caso (3PMEs)	Canadá	Destacam a importância da eficiência energética na indústria, enfatiza a necessidade de melhor monitoramento do consumo de energia para implementar estratégias eficazes, bem como a adoção de tecnologias que auxilie nesse monitoramento.
	TSENG Y. *et al.* (2016)	65 PMEs	Taiwan	
	CAMPOS J.;VALENCIA G.;CARDENAS Y. (2018)	15 PMEs	Colômbia	
	WOHLFARTH K.; WORRELL E.; EICHHAMMER W. (2020)	1.584 PMEs	Alemanha	Investigação da interação entre eficiência energética e flexibilidade de carga frente ao aumento de energia renovável intermitente, avaliando sua adoção nas empresas e como políticas atuais podem adaptar-se para incentivar a resposta à demanda.
	TRIANNI A.;CAGNO E. (2015)	154 PMEs	Itália	Abordam a adoção de Medidas de Eficiência Energética pelas empresas, especialmente aquelas com baixos custos de implementação, explorando a compreensão das barreiras à adoção de Medidas de Eficiência Energética ainda é limitada, especialmente em empresas menores. A presença de um gestor de energia pode aumentar essa adoção e identificar barreiras tecnológicas específicas.

Tabela 4 – Síntese dos estudos abordados na pesquisa

(continua)

Cluster	Autor (es)	Amostra	Local	Principal abordagem
	PRUKVILAILERT M.;WANGSKARN P. (2011)	135 PMEs	Tailândia	Sugerem um envolvimento ativo dos participantes das PMEs analisadas na adoção e implementação de práticas de conservação de energia.
	WONGSAPAI W.;FONGSAMOOTR T.;CHAICHANA C. (2011)	860 PMEs	Tailândia	Entender o potencial de conservação de energia em fábricas e edifícios comerciais, identificando setores com maior potencial de redução e discutindo os desafios para melhorar a eficiência energética nessas empresas.
	TALLINI A.; CEDOLA L. (2016)	Abordagem teórica	Itália	Avaliar medidas de eficiência energética na indústria e no setor de serviços na Itália, identificando o perfil energético das empresas, racionalizando o consumo de energia e avaliando o potencial de economia de energia.
	PARAMONOVA S.;THOLLANDER P. (2016a)	14 PMEs	Suécia	Abordam a rede de eficiência energética como uma solução a barreiras de organização e informação.
	JALO N. *et al.* (2021)	14 PMEs	Suécia	
	PALM J. (2009)	Abordagem teórica	Suécia	O estudo aborda a relação existente entre tradições, estruturas de crenças e suposições que raramente são questionadas ou contrapostas e a cultura organizacional, buscando entender como esta relação pode ser uma barreira à eficiência energética.
	MARCHI B.;ZANONI S. (2017)	Abordagem teórica	-	Exploram como a cooperação na cadeia de suprimentos pode representar uma oportunidade para superar as barreiras à implementação de medidas de eficiência energética.

Tabela 4 – Síntese dos estudos abordados na pesquisa

(continua)

Cluster	Autor (es)	Amostra	Local	Principal abordagem
	BACKLUND S.;THOLLANDER P. (2015)	241 PMEs	Suécia	Abordagem da auditoria energética como ferramenta para avalia o consumo de energia em áreas específicas de uma PME, distinguindo as diversas fontes de energia e, com isso, determina a eficiência energética e fornece um panorama das ações propostas, avaliando suas viabilidades técnica e financeira, além de projetar economias futuras. Ainda, descrevem a auditoria como uma medida a mitigar as barreiras da informação.
	THOLLANDER P.;DANESTIG M.;ROHDIN P. (2007)	Estudo de caso	Suécia	
	PALM J.;BACKMAN F. (2020)	60 PMEs	Suécia	
	JOHANSSON I. *et al.* (2019)	Abordagem teórica	-	
	BACKMAN F. (2017)	60 PMEs	Suécia	
	THOLLANDER P.;DOTZAUER E. (2010)	Abordagem teórica	Suécia	
	THOLLANDER P. *et al.* (2015)	Abordagem teórica	Japão e Suécia	
	PARAMONOVA S.;THOLLANDER P. (2016b)	713 PMEs	Suécia	

Tabela 4 – Síntese dos estudos abordados na pesquisa

(continua)

Cluster	Autor (es)	Amostra	Local	Principal abordagem
11	WANG Y. *et al.* (2019)	Estudo de caso	Reino Unido	Monitoramento de um processo produtivo, na qual ajustes simples de maquinário apresenta uma redução de energia.
	KÖNIG W. *et al*. (2020)	500 PMEs	Alemanha	Abordam como pequenas ações diárias, com a participação direta de funcionários, possibilita o aumento da eficiência energética.
	FATIMA Z.;OKSMAN V.;LAHDELMA R. (2021)	16 PMEs	Finlândia, Suíça, Áustria, Itália, Alemanha e França	Realizam a investigação da cultura energética e seu desempenho como tendo um papel importante na empresa, na definição da política energética e no estabelecimento de metas de consumo de energia.
	TIEP L.;HUAN N.;HONG T. (2021)	Estudo de caso	Vietnã	A abordagem remeta a investigação entre a relação da eficiência energética e o desenvolvimento sustentável em PMEs. Através de técnicas quantitativas, busca-se avaliar como práticas de conservação de energia podem impactar positivamente na sustentabilidade dessas PMEs de um país em desenvolvimento.
	ACKAH I.;KIZYS R. (2018)	15 PMEs	Gana	O estudo aborda os desafios de acesso à energia, falta de energia, acesso ao financiamento e acesso ao mercado enfrentados pelas PMEs em países em desenvolvimento.
	MILLÁN G. *et al.* (2022)	35 PMEs	Espanha, França, Itália e Alemanha	O estudo aborda em um método adaptado para capacitar indivíduos no setor automotivo sobre eficiência energética. A metodologia E2DRIVER visa inserir na empresa, uma mentalidade energética em todos os níveis organizacionais, tendo como objetivo capacitar colaboradores para estabelecer e manter práticas energéticas eficientes, alinhadas às demandas específicas de seus processos.

Tabela 4 – Síntese dos estudos abordados na pesquisa

(continua)

Cluster	Autor (es)	Amostra	Local	Principal abordagem
	BRUNORO S.;BIZZARRI G.;FERRARI L. (2019)	Estudo de caso	Itália	Abordagem de um modelo de contratação conjunta para serviços de energia mútua, como uma solução inovadora para parques industriais, especialmente para negócios que não têm alta demanda energética e que carecem de tempo, expertise e recursos financeiros para estabelecer tal cooperação. Aborda este modelo como possível solução para obstáculos legais, financeiros, técnicos, sociais e organizacionais.
12	BLUNDEL R.;MONAGHAN A.;THOMAS C. (2013)	Abordagem teórica	-	Análise das políticas de financiamento a medidas de eficiência energética apresentando suas distinções, e os principais incentivos financeiros nos principais países, apresentando como os instrumentos de financiamento, como reduções de impostos e subsídios, são cruciais para promover práticas empresariais responsáveis nas PMEs, enfatizando como Políticas direcionadas são necessárias para melhorar sua sustentabilidade, o que pode também reduzir custos e impulsionar inovações em setores 'verdes'. Logo, ao criar políticas de financiamento são fundamentais para redução das barreiras internas das PMEs.
	DURST S.; GERSTLBERGER W.	Abordagem teórica	-	
	ONU P.;MBOHWA C. (2019)	38 PMEs	Nigéria, Uganda e África do Sul,	
13	SOEPARDI A.;THOLLANDER P. (2018)	18 PMEs	Indonésia	Buscam identificar as ligações existentes entre diversas barriras à melhorias da eficiência energética, sob uma observação gerencial e organizacional.
	DONG J.;HUO H. (2017)	Abordagem teórica	China	Identificação das principais barreiras financeiras a adoção de medidas à eficiência energética, e sugestões para superar tais barreiras.
	ABADIE L.;ORTIZ R.;GALARRAGA I. (2012)	Abordagem teórica	EUA	Análise das decisões de investimento em eficiência energética, considerando o potencial de melhoria associado ao investimento, e a relação existente entre a adoção e o tempo de retorno do investimento.

Tabela 4 – Síntese dos estudos abordados na pesquisa

(continua)

Cluster	Autor (es)	Amostra	Local	Principal abordagem
	SULAKATKO V. (2018)	Abordagem teórica	Alemanha	Análise os custos associados a degradação de uma solução implementada, enfatizando os custos futuros após a medida ser aplicada
	SUMBODO W. *et al*. (2022)	Abordagem teórica	-	Como pode-se obter melhorias na eficiência energética através de ajustes no design e adequação as necessidades das PMEs.
14	FERNÁNDEZ-VIÑÉ M.;GÓMEZ-NAVARRO T.;CAPUZ-RIZO S. (2010)	Abordagem teórica	-	Abordagem de conceitos importantes como o desenvolvimento sustentável, produção mais limpa e ecoeficiência. Nesse sentido, buscam alcançar o uso equilibrado dos recursos, evitando o desperdício e a redução do uso de energia. Estas medidas apresentam uma redução dos impactos gerados pela produção, mas o foco apresentado, para sua adoção, é a redução de custos.
	OLIVEIRA NETO G. *et al.* (2020)	Abordagem teórica	Brasil	
	VÁSQUEZ J. *et al*. (2018)	54 PMEs	Venezuela	
15	SCHEL D. *et al.* (2018)	Abordagem teórica	-	Abordagem da otimização da economia de energia em processos de fabricação utilizando tecnologias inteligentes, destacando que tais sistemas podem promover a eficiência energética e fornecer conhecimento essencial para otimizar o design do processo sob essa perspectiva.
	ROBINSON D.;SANDERS D.;MAZHARSOLOOK E. (2015)	Estudo de caso	-	
	MOURTZIS D.;ANGELOPOULOS J.;PANOPOULOS N. (2021)	Estudo de caso	-	
	SOSSENHEIMER J. *et al*. (2021)	Abordagem teórica	-	Abordam que muitas PMEs não disponibilizam de recursos para um monitoramento ligado a redes inteligentes, mas sendo possível adequação com o uso de um sistema híbrido.

Tabela 4 – Síntese dos estudos abordados na pesquisa

(continua)

Cluster	Autor (es)	Amostra	Local	Principal abordagem
	THIEDE S.;BOGDANSKI G.;HERRMANN C. (2012)	Abordagem teórica	-	Apontam que, de posse de dados básicos, é possível identificar as máquinas com maior consumo energético, destacar as linhas mais críticas para controle e avaliar estratégias de intervenção adequadas, focando no objetivo de implementar ações corretivas para otimizar a eficiência.
	MENGHI R. *et al*. (2020)	Estudo de caso	Itália	
	PAPETTI A. *et al*. (2016)	Estudo de caso	Itália	
16	O'KEEFFE J.;GILMOUR D.;SIMPSON E. (2016)	Estudo de caso	Reino Unido	Abordam como as redes, através de informações, melhoria na compreensão de medidas voltadas a eficiência energética e oportunidades de networking, podem mitigar barreiras como falta de acesso à informação, treinamento, e confusão sobre medidas a serem adotadas.
	HAMPTON S. (2019)	Abordagem teórica	Reino Unido	A abordagem explora como a busca por informação e conhecimento externo influenciam nos contextos organizacionais.
	HAMPTON S. (2018)	3 PMEs	Reino Unido	
	WARREN P. (2017)	Abordagem teórica	Reino Unido	Identificar os impulsionadores e barreiras mais comuns à adoção de microgeração geração em PMEs.
	DECLICH A.;QUINTI G.;SIGNORE P. (2020)	Estudo de caso	Itália	Abordam fatores não econômicos a medidas de eficiência energética, tais como: barreira relacionada à cultura, barreira relacionada à orientação para mudança, barreira relacionada à ação e barreira relacionada a força dos atores da PME.

Tabela 4 – Síntese dos estudos abordados na pesquisa

(continua)

Cluster	Autor (es)	Amostra	Local	Principal abordagem
	APFEL D.;HERBES C. (2021)	23 PMEs	Senegal	Abordam como as barreiras de informação e conhecimento impactam na adoção energia renovável.
	WÓJCIK-MAZUR A.;WIELGÓRKA D.;PIONTEK K. (2021)	500 PMEs	Polônia	A abordagem do estudo visa obter informações sobre os estimulantes e barreiras ao desenvolvimento de investimentos em painéis fotovoltaicos
17	CHIEN F. *et al*. (2021)	5 PMEs	Emirados Árabes Unidos	Abordam as principais barreiras à criação de "produtos verdes" e as soluções que podem ser implementadas para redução dessas barreiras.
	CALVO N.;MONJE-AMOR A.;VILLARREAL O. (2022)	Estudo de caso	Espanha	Abordam a crescente necessidade das PMEs adaptarem seus modelos de negócios para atender às demandas contemporâneas de sustentabilidade, na qual para alcançar o sucesso em um mercado consciente das questões ambientais, as PMEs devem alinhar fatores externos de ecoinovação, como as crescentes expectativas dos consumidores por produtos e serviços sustentáveis, os incentivos ou restrições impostas por regulamentações.
	CHATZISTAMOULOU N.;TYLLIANAKIS E. (2022)	37.438 PMEs	União Europeia	Abordam quais são os fatores que afeta a adoção e o comprometimento das PMEs em ações de eficiência dos recursos para alcançar a transição para a sustentabilidade.
	KUMAR L. *et al*. (2022)	5 PMEs	Paquistão	Abordagem da economia circular como medida de redução de energia e desperdícios nos processos, possibilitando uma maior eficiência energética.
	DEY P. *et al.* (2022)	401 PMEs	França, Grécia, Espanha e Reino Unido	

Tabela 4 – Síntese dos estudos abordados na pesquisa

(continua)

Cluster	Autor (es)	Amostra	Local	Principal abordagem
18	CAGNO E.;RAMIREZ-PORTILLA A.;TRIANNI A. (2015)	30 PMEs	Itália	Incorporando tecnologias avançadas voltadas para a economia de energia e minimizando a contaminação no processo produtivo, são componentes essenciais das inovações sustentáveis, na qual descreve as barreiras financeiras não estando inteiramente ligada a valor monetário, mas nos recursos humanos. Dessa forma, exploram, como sendo essencial, que medidas contra essa barreira venha de agentes externos, particularmente por meio de incentivos governamentais. Estes não apenas fomentam a adoção de práticas de eficiência energética, mas também fornecem orientação sobre quais estratégias são mais adequadas e como elas podem aliviar os desafios enfrentados pelas PMEs.
	HJORTH S.;BREM A. (2016)	4 PMEs	Dinamarca	
	SHI Y. *et al.* (2020)	Abordagem teórica	-	A abordagem do estudo visa explorar como uma plataforma de informação mudaria o padrão de difusão de tecnologias de eficiência energética entre as PMEs, uma vez que a falta de motivação no compartilhamento de informações é observado.
	RAMIREZ-PORTILLA A;CAGNO E;TRIANNI A	10 PMEs	Itália	Mostram que as empresas mais inovadoras são as que alcançam melhores desempenhos em relação a eficiência energética.
	GĄSIOR A. *et al.* (2022)	400 PMEs	Polônia	A relação positiva existente entre a ecoinovação e a adoção de medidas à eficiência energética.
	BERNAT T. *et al.* (2022)	407 PMEs	Polônia	A abordagem mostra que as PMEs polonesas buscam a eficiência energética com intuito de cumprir os requisitos ambientais e redução dos custos, deixando em segundo plano as questões ambientais, de fato.

Tabela 4 – Síntese dos estudos abordados na pesquisa

(continua)

Cluster	Autor (es)	Amostra	Local	Principal abordagem
19	TRIANNI A.;CAGNO E.;FARNÉ S. (2016)	222 PMEs	Itália	Apresentam as principais barreiras que as medidas voltadas a eficiência energética enfrenta, bem como algumas soluções que podem ser implementadas para mitigar tais barreiras.
	CAGNO E.;TRIANNI A. (2014)	2.000 PMEs	Itália	
	CAGNO E. *et al.* (2017)	61 PMEs	Itália	
	THOLLANDER P. *et al.* (2015)	520 PMEs	Bélgica, Itália, Suécia e Japão	O artigo, com o uso de 4 países distintos, descreve como a falta de uma taxonomia para definir as barreiras à eficiência energética limita medidas para mitigar tais barreiras.
	MEATH C.;LINNENLUECKE M.;GRIFFITHS A. (2016)	202 PMEs	Austrália	Os autores abordam que, conhecer os fatores motivacionais que levam uma PME a buscar maior eficiência energética auxilia na superação de obstáculos, mantendo-as no rumo correto em direção aos seus objetivos.
	ANDERSSON E.;ARFWIDSSON O.;THOLLANDER P. (2018)	11 PMEs	Suécia	Abordam uma forma de calcular a eficiência energética com o auxílio do benchmarking, buscando melhores práticas para melhoria do processo e o uso final total da energia.
	TRIANNI A.;CAGNO E.;FARNÈ S. (2014)	64 PMEs	Itália	Abordam como as barreiras de informação podem afetar as decisões sobre medidas voltadas a eficiência energética.
	PEREIRA I. *et al.* (2020)	Abordagem teórica	Portugal	Apresentam um modelo que oferece uma nova abordagem para apoiar a tomada de decisão da PME na área de sustentabilidade energética com base em uma combinação de mapeamento cognitivo fuzzy e SD.

Tabela 4 – Síntese dos estudos abordados na pesquisa

(conclusão)

Cluster	Autor (es)	Amostra	Local	Principal abordagem
	JALO N. *et al.* (2021)	13 PMEs	Suécia	Abordam as implicações da barreira de informação, e como as redes podem auxiliar a superar essas barreiras.
	URBANO E. *et al*. (2021)	Estudo de caso	-	Abordam a tomada de decisão de investimento em energia para PMEs industriais, considerando riscos quantitativos e qualitativos, na qual propõe uma metodologia que combina critérios com riscos quantitativos e qualitativos para abordar adequadamente os desafios de investimento em energia enfrentados pelas PMEs industriais.

Fonte: Elaborado pelo autor

3.1 – Resultados complementares

A Tabela 5 apresenta os autores, título, periódicos e a principal abordagem dos artigos encontrados com o protocolo, referente a publicações até agosto de 2023.

Ao ser verificado os achados de 2023, observou-se a ausência dos principais autores que foram encontrados na busca até 2022, no entanto, o mesmo não ocorreu com as fontes, na qual 4 dos 5 artigos pertencem aos principais periódicos que a pesquisa até 2022 encontrou. Em relação ao crescente no número de artigos observados no Gráfico 2, pode-se concluir que ainda existe tendência de crescimento sobre o tema.

Ainda, admite-se que os autores encontrados na pesquisa de 2023 não foram relacionados na pesquisa anterior, mas as suas abordagens sim, no qual 4 dos artigos abordam a relação de barreiras à eficiência energética e 1 aborda a economia circular sustentável.

Como visto no protocolo de busca até 2022, os autores Thollander, Cagno e Trianni tiveram o maior número de artigos relacionados. Dessa forma, foi realizada uma busca adicional para compreender como esses autores estão contribuindo para a literatura. Nesta busca, foram utilizados apenas os autores e as publicações de 2023, onde foi apresentado que Cagno teve 5 publicações, Thollander teve 4 publicações e Trianni 1 publicação.

Tabela 5 – Artigos encontrados em 2023, até agosto, segundo protocolo de busca

Autor (es)	Título	Periódico	Principal abordagem
AGRAWAL R. *et al.* (2023)	Challenges and opportunities for improving energy efficiency in SMEs: learnings from seven European projects	Energy Efficiency	O artigo busca compreender as barreiras e determinantes para a adoção de medidas de eficiência energética nas PME europeias, abrangendo diversos setores industriais. Utilizando dados de sete projetos da UE, a pesquisa emprega inquéritos, entrevistas e grupos focais, analisando-os sob um quadro que categoriza as barreiras em dimensões ambiental, corporativa e individual.
GENNITSARIS S. *et al.* (2023)	Energy Efficiency Management in Small and Medium-Sized Enterprises: Current Situation, Case Studies and Best Practices	Sustainability	O estudo busca apresenta as barreiras de altos custos, falta de rentabilidade e sensibilização e como a literatura explora essas barreiras, bem como expõe estudos de caso bem-sucedidos que mostram a superação dessas barreiras. Há diversas medidas práticas e de baixo custo que as PME podem adotar para reduzir sua pegada energética, trazendo benefícios adicionais como aumento de produtividade e melhoria da imagem pública. Ainda, destaca a relação de mudanças mais radicais, que embora exijam maiores investimentos, oferecem retornos rápidos devido às economias significativas
AKBERDINA V. *et al.* (2023)	Information Technology and Digital Sufficiency for Building the Sustainable Circular Economy	Energies	O artigo investiga a influência da tecnologia da informação e da suficiência digital na construção de uma economia circular sustentável, abordando os desafios e oportunidades que a economia circular enfrenta em países com grau elevado de dependência de combustíveis fósseis, como a Rússia. Ainda, enfatiza a adoção da economia circular como medida de eficiência energética nas PMEs.
CAPORALE, G.; DONATI, C.; SPAGNOLO, N. (2023)	Small and medium sized European firms and energy saving measures: The role of financing	Energy Policy	O estudo explora os fatores, incluindo fontes de financiamento, auditorias energéticas e monitorização interna, que influenciam a disposição das PMEs europeias em implementar medidas de economia de energia, auxiliando no controle e uso da energia. Ainda, esta medida corrobora com as soluções de barreiras que envolvem informação
PAREKH, N. *et al.* (2020)	A review on techno managerial approaches to energy optimization in chemical process industries	Frontiers in Energy Research	A pesquisa aborda a necessidade de uma integração entre as práticas de gestão e tecnologia, de forma a considerar a energia como um objetivo estratégico nas empresas. Ainda, explora as barreiras que a gestão pode enfrentar na adoção de medidas à eficiência energética e os impulsionadores das práticas.

Fonte: Elaborado pelo autor

4- Discussão

A eficiência energética tornou-se um pilar central nas discussões sobre desenvolvimento sustentável, economia de recursos e mitigação das mudanças climáticas. Ao analisar os artigos apresentados, foi possível identificar uma série de abordagens, metodologias e perspectivas que convergem e divergem em diversos aspectos. Neste capítulo, foram sintetizadas essas abordagens, correlacionando autores com ideias similares e destacando as principais contribuições ao campo da eficiência energética.

As PMEs podem apresentar uma série de medidas voltadas a eficiência energética, que possibilitam mitigar impactos ambientais (PEFFLEY; PEARCE, 2020, CEPTUREANU *et al*., 2020). Trocar sistemas de iluminação (SCHLOMANN; SCHLEICH, 2015), aprimorar ambientes internos para melhoria de conforto térmico (LI *et al*., 2014, HONG *et al*., 2015, GARAY *et al*., 2015), promover aumento do ciclo de vida dos produtos (DEY *et al*., 2022, KUMAR *et al*., 2022), incentivar práticas de consumo consciente de energia entre os colaboradores (CAMPOS *et al*., 2018, JALO *et al*., 2021a, KÖNIG *et al*., 2020) e optar por fontes de energia renováveis (STURM *et al*., 2015, RAJ; KIRUBAKARAN, 2021, POLAS *et al*., 2020) são algumas dessas estratégias.

A adoção de tecnologia pode desempenhar um papel crucial na melhoria da eficiência energética nas empresas. Cagno *et al*. (2015) investigaram essa interação em PMEs italianas e concluíram que regulamentações ambientais e inovações tecnológicas têm uma correlação positiva, promovendo melhorias significativas na eficiência energética.

Apesar disto, a inovação e melhorias tecnológicas não se limita apenas a novos equipamentos, mas também a processos e práticas. Papetti *et al*. (2016) evidenciaram que a inovação nos processos pode trazer resultados positivos à eficiência energética, sem a necessidade de grandes investimentos em novas tecnologias. Isso sugere que, ao otimizar processos existentes, as PMEs podem alcançar melhorias consideráveis na eficiência energética.

No estudo de Hasanbeigi e Price (2012) sobre eficiência energética nas PMEs da indústria têxtil, foi constatado que 36% da energia é perdida no local, e algumas medias

como promoção a conhecimento sobre eficiência energética e utilização de equipamentos mais modernos possibilitam uma maior eficiência nos processos, no entanto, não é apenas substituição de um equipamento, mas sim medidas na gestão e manutenção de toda a tecnologia envolvida (TRIANNI; CAGNO, 2015).

Errigo *et al*. (2022) ilustram essa gestão e manutenção com o exemplo de sistemas de motores industriais. Ajustes nesses sistemas, sem a necessidade de substituição de equipamentos, podem levar a reduções significativas no consumo de energia. Campos *et al*. (2018) sugerem que, para alcançar a economia de energia nas PMEs, é essencial implementar controles operacionais, o que pode resultar em uma redução de consumo entre 2% e 5%. No entanto, o treinamento adequado dos funcionários é crucial para essa implementação.

A inteligência ambiental, empregando tecnologias avançadas de gestão do conhecimento, facilita o monitoramento contínuo das condições ambientais e do desempenho nas instalações de produção. Ao integrar esses dados com padrões de consumo de energia, é possível rastrear a eficiência em tempo real, identificar oportunidades de otimização e fundamentar decisões voltadas para a melhoria do uso energético (ROBINSON *et al*., 2015, SOSSENHEIMER *et al*., 2021). Mengli *et al*. (2020) reforçam que, mesmo com um conjunto básico de dados, as empresas podem discernir quais máquinas consomem mais energia, priorizar áreas críticas e desenvolver estratégias de intervenção, visando ações corretivas eficientes.

Tseng *et al*. (2016) propuseram uma abordagem alternativa, utilizando o gerenciamento de energia em nuvem. Monitorando a energia e a potência consumida em climatização, iluminação e linhas de montagem, eles alcançaram uma média de economia de 5,84% em 65 locais de seu estudo.

No contexto da climatização, a técnica de *retrofit* é uma alternativa promissora (HONG *et al*., 2015). No entanto, a eficácia dessa técnica depende das características específicas do edifício, como localização, tamanho e revestimentos (GARAY *et al*., 2015), eletricidade, aquecimento, refrigeração e ventilação (LI *et al*., 2014).

Como mencionado nos estudos de Cagno *et al*. (2015) e Papetti *et al*. (2016) a adoção de tecnologia e melhorias de processos podem proporcionar o aumento da eficiência energética de uma PME.

Alguns autores (HJORTH; BREM, 2016, GĄSIOR *et al*., 2022) descrevem a adoção de práticas inovadoras voltadas à eficiência energética como ecoinovação. Logo, a ecoinovação pode ser tida como uma forma de aumento na eficiência energética nas PMEs (JOVÉ-LLOPIS; SEGARRA-BLASCO, 2018, CEPTUREANU *et al*, 2020).

O campo da ecoinovação pode ir além da eficiência energética, englobando a otimização do uso de recursos e uma gestão de resíduos mais eficaz (HJORTH; BREM, 2016, AHMED *et al*., 2020). Este campo da inovação é fundamental para construir a vantagem competitiva das empresas, como demonstrado por Cagno *et al*. (2015).

Ramirez-Portilla *et al*. (2014), destacam o papel vital da inovação na melhoria da eficiência energética e na redução do consumo de energia, além disto, incorporando novos procedimentos e integrando tecnologias avançadas focadas na economia de energia, as empresas podem minimizar os impactos causados pelo processo produtivo, tornando-se componentes essenciais das inovações sustentáveis, conforme apontado por Hjorth e Brem (2016).

Empresas com elevados níveis de produtividade tendem a valorizar a inovação voltada para a eficiência energética, conforme apontado por Costa-Campi *et al*. (2015). Esses autores também destacam que a inovação organizacional, especialmente a implementação de sistemas de gestão de energia, pode potencializar a eficiência energética. Ao adaptar práticas e procedimentos produtivos, as empresas podem identificar oportunidades para minimizar o consumo de energia e otimizar sua eficiência

A adoção de inovações verdes, como a tecnologia de energia solar, é uma das maneiras mais eficazes de melhorar a eficiência energética (POLAS *et al*., 2020). De fato, a energia fotovoltaica pode ser tida como uma solução sustentável para as PMEs, pois ela proporciona redução dos impactos da geração de energia, bem como redução dos seus custos operacionais (RAJ; KIRUBAKARAN, 2021).

Ainda, no estudo de Hau (2018), apresenta a adoção de inovação aberta, com a cooperação em P&D em tecnologia externa, na qual foi demonstrado impacto positivo na redução de emissões de GEE e economia de energia em PMEs.

Apesar do exposto até o momento, FERNÁNDEZ-VIÑÉ *et al*. (2010) identificaram, em sua amostragem, que 55,6% das PMEs não realizavam a medição de seus níveis de poluentes, e 11% acreditavam que não emitiam nenhum tipo de poluição. Ainda, as PMEs analisadas que adotavam alguma prática sustentável, 60% faziam

reciclagem ou reaproveitamento de materiais, 33% realizavam a redução no consumo de energia e de água. Dessa forma, pode-se corroborar que as PMEs, ao implementar práticas ambientais, frequentemente priorizam aquelas que proporcionam benefícios econômicos imediatos (JALO *et al*., 2021, BACKMAN, 2017).

Neste mesmo sentido, Rawlingsa *et al*. (2014) e Powells *et al*. (2016) destaca a importância das PMEs no cenário energético, sugerindo que a compreensão de seus padrões de consumo é vital para qualquer estratégia de gestão de energia eficaz. Além disso, Powells *et al*. (2016), em seu estudo prático, identificaram que poucas PMEs designaram funções orientadas visando o meio ambiente ou os impactos de suas atividades, e a maioria das PMEs nunca procurou apoio para melhorar a sustentabilidade ambiental, bem como um terço delas, nunca haviam realizado uma auditoria energética.

De fato, as PMEs carecem de uma compreensão clara de como consomem e gerenciam a energia que utilizam, o que Coles *et al*. (2016) denominam como "alfabetização energética", destacando que antes mesmo de haver um investimento em soluções de energia renovável ou introdução de um sistema de gestão ambiental, deve-se contornar essa a falta de interesse e motivar as partes interessadas em aprimoramento de como a energia é utilizada em seu ambiente de trabalho.

Algumas PMEs apresentam foco maior na dedicação a produção e tarefas de serviço que falta consciência de conservação de energia (SOEPARDI; THOLLANDER, 2018). Essa falta de consciência resulta em uma coleta insuficiente de dados sobre o consumo energético, tornando complexo o entendimento do perfil de consumo de seus equipamentos e processos (WONGSAPAI *et al*., 2017). Para determinar as práticas mais eficientes de eficiência energética, é crucial um monitoramento rigoroso do consumo, tanto antes quanto após a implementação de projetos (O'RIELLYA; JESWIETA, 2015).

Nesse contexto, compreender os perfis energéticos das empresas se torna essencial para identificar potenciais áreas de melhoria e para a implementação de medidas voltadas à eficiência energética (TALLINIA; CEDOLAA, 2016).

Um dos estudos pioneiros sobre a temática (THOLLANDER *et al*., 2007) já destacava que as PMEs geralmente dão pouca importância à melhoria de seu desempenho ambiental, mesmo apresentando potencial para impulsionar a eficiência energética. Devido à sua estrutura enxuta e recursos financeiros limitados, com poucas iniciativas

internas, as PMEs muitas vezes hesitam em priorizar investimentos voltados à eficiência energética (DONG; HUO, 2017).

A literatura aponta que existem diversa formas de introduzir medidas voltadas a eficiência energética nas PMEs, mas sua implementação ainda é baixa (TRIANNI *et al*., 2016, PALM; BACKMAN, 2020) e as razões para essa baixa implementação tem origem nas inúmeras barreiras existentes para essa adoção (CAGNO; TRIANNI, 2014, TRIANNI *et al*., 2013) e, nesse sentido, pode-se definir as barreiras como sendo um obstáculo que desestimula decisões ou comportamentos em prol dos benefícios que a eficiência energética possa gerar (Thollander *et al*., 2007, TRIANNI; CAGNO, 2015, TRIANNI *et al*., 2016, TRIANNI; CAGNO; FARNÉ, 2016,).

As PMEs enfrentam diversas barreiras ao investir em eficiência energética. Trianni, Cagno e Farné (2016) apontam os fatores financeiros como um dos principais obstáculos, além da a ausência de informações e a priorização de questões de negócios mais urgentes. (MEATH *et al*., 2016). Ainda, a adoção de tecnologias sustentáveis muitas vezes requer investimentos iniciais significativos (BAKAR *et al*., 2020) e o tempo de retorno é um fato determinante nas decisões de investimento para PMEs (ABADIE; ORTIZ; GALARRAGA, 2012).

Esta perspectiva é ampliada por Jalo *et al*. (2021) e Backman (2017), que destacam outros desafios, como falta de tempo, outras prioridades, tarefas não relacionadas à energia, uma estrutura organizacional que não enfatiza a sustentabilidade e a ausência de habilidades técnicas.

Já Hampton (2016) destaca que muitas dessas barreiras estão ligadas à falta de informação ou aos custos associados à sua coleta. Estes desafios incluem a carência de dados sobre oportunidades de eficiência energética (TRIANNI; CAGNO, 2015), os custos para acessar informações sobre o consumo energético de equipamentos (THIEDE *et al*., 2012, MOURTZIS *et al*., 2021), gastos não previstos (Trianni *et al*., 2013), insuficiência de equipe para análises (HJORTH; BREM, 2016) e a priorização de outras tarefas (Thollander *et al*., 2007).

Vale destacar que as PMEs se deparam com variadas barreiras, cada uma apresentando suas próprias combinações. Essas barreiras muitas vezes são específicas para a situação particular de cada negócio, envolvendo elementos como equipe, instalações, características organizacionais e situação financeira. (MEATH *et al*., 2016) ,

o que torna a priorização de barreiras uma ferramenta em busca da melhor solução, devido às limitações de recursos que uma PME apresenta (SOEPARDI; THOLLANDER, 2018).

Além disto, a falta de uma taxonomia padronizada torna desafiador estabelecer comparações e formular conclusões comparativas, ressaltando a necessidade de uma categorização unificada para dados relacionados ao consumo final de energia industrial e ações de eficiência energética (JOHANSSON *et al*., 2019, THOLLANDER *et al*., 2015). Embora isso ocorra, alguns estudos (TRIANNI; CAGNO; FARNÉ, 2016, CAGNO; TRIANNI, 2014, CAGNO *et al*., 2017) utilizam uma taxonomia em comum para o desenvolvimento de seus debates sobre a temática, categorizando as barreiras como: relacionado à tecnologia, relacionado à informação, econômico, comportamental, organizacional, relacionado a competências e conhecimento.

Essa categorização possibilita uma visão mais clara sobre as barreiras e medidas que possam promover soluções, em prol à medidas de eficiência energética nas PMEs (TRIANNI; CAGNO; FARNÉ, 2016).

Em relação a adoção de tecnologia e inovação para as PMEs, MUSAAD (2020) destaca a predominância de barreiras políticas, indicando que as políticas governamentais e o ambiente regulatório são cruciais para determinar a eficácia com que as PMEs adotam inovações verdes. TRIANNI *et al*. (2013) ressaltam as diferenças notáveis, com empresas alemãs enfrentando menos barreiras em comparação com as suecas, apontando para a influência de fatores regionais, culturais, econômicos e regulatórios. Essa variação com base nas características demográficas também foi apontada por Akil *et al*. (2020), que sugerem a necessidade de abordagens segmentadas ao promover a eficiência energética nessas PMEs.

Embora haja equipamentos no mercado projetados para otimizar o processo produtivo, sua adoção pode representar uma barreira organizacional para empresas menores. Isso pode ocorrer devido a fatores como custos, capacidade ou especificidades técnicas dessas soluções (SUMBODO *et al*., 2022).

Hasanbeigi e Price (2012) destacam que todo sistema produtivo está envolvido em um processo, e a interrupção da produção por conta da introdução de uma tecnologia nova (equipamentos) pode ser uma barreira a sua implantação, necessitando de informações para melhor aceitação a tal mudança.

De fato, a literatura traz que as barreiras relacionadas a informação (WONGSAPAI *et al*., 2017, JALO *et al*., 2021b, HAMPTON, 2016a, HAMPTON, 2016b) podem ser tidas como o elo entre a identificação de melhoria e a busca por uma solução ideal para a PME.

A falta de informações sobre custos e benefícios ou informações não claras, podem dificultar medidas à eficiência energética.

Responsáveis pelas PMEs que acreditam que as atividades pró-ambientais são desnecessárias e caras são menos propensos a adotar tecnologias de eficiência energética (HASSEN *et al*., 2018), sendo um exemplo de como a falta de informação e não entendimento dos benefícios a essa adoção podem trazer para a empresa (Nguyen e Tran, 2020).

Grigoras e Neagu (2020) destacam que plataformas de monitoramento de consumo, por exemplo, fornecem às PMEs informações baseadas na evolução do consumo de energia, previsões de consumo para diferentes períodos (como dia, semana ou mês) e consumo em atividades programadas, possibilitando que o consumo de energia seja o mais estável possível, além de fornecer dados de possíveis melhorias, incentivando as PMEs a adotarem práticas mais conscientes (RAWLINGSA *et al*., 2014).

Ainda sobre informações e como a barreiras não são homogêneas (TRIANNI *et al*., 2013), Adfel e Herbes (2021) destacam que, em um estudo com PMEs no Senegal, a energia renovável ainda é vista como uma novidade, mesmo com cerca de 60% dessas empresas enfrentando instabilidades na rede elétrica. Embora existam políticas governamentais que ofereçam incentivos financeiros e microfinanciamento para a transição para energias renováveis, muitas PMEs desconhecem como acessar esses benefícios. Isso indica lacunas na comunicação e na iniciativa das empresas em buscar tais informações, que possibilite a redução de barreiras econômicas.

Em relação a barreiras econômicas e relacionadas à competência, algumas PMEs podem apresentar baixa disponibilidade de capital, resistência a modificações e riscos externos, além das políticas e regulamentação, mercado, instituição financeira e comportamento (DONG; HUO, 2017), tornando os subsídios e políticas governamentais uma forma de mitigação das barreiras que envolvam questões econômicas (HASSEN *et al*., 2018) relacionadas à competência (FÁTIMA *et al*., 2021).

Li *et al*. (2022) destacam que os subsídios do governo chinês têm impulsionado significativamente a inovação na indústria automobilística de energia limpa, demonstrando o poder das ações governamentais na mitigação dos impactos ambientais.

Bakar *et al*. (2020) e Durst e Gerstlberger (2020) concordam que, devido aos altos custos iniciais associados à adoção de tecnologias sustentáveis, os subsídios e incentivos governamentais são essenciais para encorajar as PMEs a investir em soluções energéticas eficientes. Hassen *et al*. (2018) sugerem que programas de auditoria energética patrocinados pelo governo podem ilustrar os benefícios econômicos de tais tecnologias para as empresas.

Uma auditoria energética é um processo que identifica e avalia o consumo de energia em áreas específicas, distinguindo diferentes fontes de energia e, por meio de uma análise comparativa, determina a eficiência energética de um PME, por exemplo (PARAMONOVA; THOLLANDER, 2016, THOLLANDER; DOTZAUER, 2010, BACKLUND; THOLLANDER, 2015). Mesmo que a auditoria não resulte imediatamente em economia de energia, ela destaca áreas que necessitam de aprimoramento e potenciais para eficiência energética (BACKLUND; THOLLANDER, 2015). O resultado de tal auditoria oferece um panorama sobre ações propostas, suas viabilidades técnica e financeira, e projeções de economias futuras.

Além disso, Prukvilailert e Wangskarn (2011) enfatizam a importância de programas governamentais que oferecem suporte técnico e educacional sobre conservação de energia, ajudando a superar barreiras de informação e promovendo práticas sustentáveis. Ceptureanu *et al*. (2020) ressaltam que a capacidade intrínseca das empresas de inovar de forma ecológica complementa essas políticas externas, reforçando a ideia de que a sustentabilidade é uma responsabilidade compartilhada.

Hjorth e Brem (2016) e Hassen *et al*., 2018reforçam a necessidade de apoio de agentes externos, especialmente através de incentivos governamentais, que não só incentivam a eficiência energética, mas também orientam as PMEs sobre as melhores estratégias a seguir.

As PMEs são essenciais para enfrentar desafios ambientais. Políticas direcionadas são necessárias para melhorar sua sustentabilidade, o que pode também reduzir custos e impulsionar inovações em setores 'verdes'. Ao criar políticas, objetivos ambientais claros e especificidades regionais e setoriais devem ser considerados (BLUNDEL *et al*., 2013).

Neste sentido, Durst e Gerstlberger (2020) apresentam uma série de políticas de incentivo financeiro a medidas voltadas a diminuição dos impactos ambientais, demonstrando que a Europa apresenta um grande número de programas de apoio financeiro a PMEs com o intuito de redução dos impactos ambientais e melhorias a eficiência energética. O mesmo é observado na América do Norte e na Austrália. Em contrapartida, países da Ásia e América Latina apresentam uma maior dificuldade de acesso a qualquer tipo de financiamento. Em alguns países da África, a prioridade das PMEs são de obter lucro, e apesar de considerarem medidas ambientais e sociais como prioritários, raramente são levados em consideração no planejamento das empresas (ONU, 2019).

Apesar de tudo, Trianni, Cagno e Farné (2014) alertam que, embora exista uma abundância de informações disponíveis, muitas PMEs veem as informações governamentais como complexas e dispersas, sugerindo a necessidade de redes ou plataformas mais claras para facilitar o acesso e compreensão dessas informações

Devido isso, a literatura explora de forma abrangente os benefícios das redes de eficiência energética, na qual têm se mostrado uma estratégia promissora para as PMEs, que enfrentam barreiras de informação, econômicas e relacionadas à competência, nos desafios relacionados à gestão energética. Dentro dessas redes, as empresas formam um coletivo orientado por um profissional externo, com o objetivo de ampliar seu entendimento sobre temas específicos e compartilhar vivências em eficiência energética. Além disso, essas empresas têm a oportunidade de definir metas conjuntas e cooperar para atingi-las (PARAMONOVA; THOLLANDER, 2016).

Em seu estudo, Paramonova e Thollander (2016) destacaram que a adesão a essas redes resultou em benefícios tangíveis para os participantes. Eles perceberam reduções nos custos energéticos, estabeleceram métricas de desempenho e observaram um aumento no engajamento dos funcionários com temas energéticos. Ainda assim, também foram identificados desafios, como a dificuldade de algumas empresas em dedicar recursos contínuos para as atividades da rede.

Apesar desses desafios, o compartilhamento de conhecimento e experiências foi identificado como um fator crucial para o sucesso da rede. As PMEs que fazem parte dessas redes geralmente são de localizações próximas e de segmentos semelhantes, o que facilita a comunicação e a colaboração entre elas (JOHANSSON *et al*., 2019).

Brunoro *et al*. (2019) detalharam um exemplo de rede local que teve impactos positivos nas PMEs. A cooperação dentro da rede possibilitou que essas empresas se tornassem mais eficientes energeticamente. O estudo também mostrou que o modelo de rede ajuda a superar obstáculos financeiros, técnicos e organizacionais através da colaboração e da combinação de estruturas e processos. Isso inclui compartilhamento energético, produção conjunta e contratação unificada de serviços de abastecimento energético.

No entanto, as PMEs enfrentam desafios específicos na gestão energética. Muitas vezes, devido à ausência de um cargo específico para essa função, a gestão energética é conduzida pela alta direção e equipe administrativa, o que pode não dar a devida prioridade ao gerenciamento eficaz da energia (JALO *et al*., 2021a).

Contudo, a solução pode estar nas atividades colaborativas, pois, uma vez integradas nas redes de eficiência energética, as PMEs podem se beneficiar do conhecimento de especialistas e serviços de avaliação, superando desafios como a carência de competências técnicas (Jalo *et al*., 2021b).

Thollander *et al*. (2015) já destacavam a eficácia das redes de energia como uma política voltada para a eficiência energética. Essas redes não apenas fornecem suporte colaborativo para auditorias e gestão energética, mas também oferecem oportunidades de networking, auxiliando as PMEs na tomada de decisões e reduzindo os riscos associados ao envolvimento com o mercado (O'KEEFFE *et al*., 2016).

Programas internos de eficiência energética possuem potencial significativo para beneficiar PMEs, embora sua real efetividade ainda seja objeto de estudo (JOHANSSON *et al*., 2022). Iniciativas informativas podem guiar empresas com alta demanda energética rumo a práticas mais sustentáveis, mas nem sempre atuam como motivadores centrais, onde a busca por redução dos custos prevalece (TRIANNI *et al*., 2021). Por outro lado, capacitações e treinamentos focados em eficiência energética têm o poder de moldar comportamentos cotidianos e impactar profundamente a cultura organizacional (MILLÁN *et al*., 2022), possibilitando mitigar a barreira de conhecimento.

Nesse sentido, Palm (2009) destaca que as barreiras frequentemente mencionadas pelos responsáveis das PMEs são reflexos de tradições, estruturas de crenças e suposições profundamente arraigadas em suas práticas. Essa resistência, segundo o autor, é atribuída

à cultura organizacional, que utiliza tais premissas para evitar a adoção de mudanças e a busca por tecnologias que aprimorem a eficiência energética.

WÓJCIK-MAZUR *et al*. (2021) enfatizam que a falta de conscientização sobre responsabilidade social empresarial é um obstáculo para as atividades de investimento nas PMEs. Em seu estudo, foi revelado que, surpreendentemente, cerca de 78% dos gestores de PMEs polonesas alegam ter um vasto conhecimento sobre energia fotovoltaica. No entanto, 93% das PMEs na Polônia, incluindo aquelas entrevistadas, não adotam energias renováveis em seus processos.

König *et al*. (2020) evidenciam que ações cotidianas, especialmente quando envolvem a participação ativa dos funcionários, potencializam a eficiência energética nas PMEs. Murtagh *et al*. (2013), analisou o efeito do feedback sobre o consumo de energia em escritórios onde o indivíduo é o único responsável pelas decisões de consumo. Embora tenha sido observada uma redução inicial no consumo após o feedback, essa tendência não se sustentou consistentemente ao longo do tempo. Isso sugere que, enquanto o feedback pode ter um impacto inicial, sua eficácia pode diminuir sem incentivos ou reforços contínuos. O estudo também destacou uma falta de motivação contínua entre os participantes para manter práticas de economia de energia.

Meath *et al*. (2016) conduziram um estudo abrangente com 202 PMEs focado na projeção e implementação de programas de eficiência energética. Os resultados destacam a importância de reconhecer e abordar tanto os motivadores quanto as barreiras enfrentadas por essas empresas. Ao antecipar e compreender esses elementos, é possível identificar e solucionar desafios de forma ágil durante a implementação, otimizando os resultados e aproveitando de maneira eficaz os recursos disponíveis. O estudo também revelou que os principais fatores motivacionais para as PMEs buscarem eficiência energética são a economia financeira e o cumprimento de requisitos ambientais

Sendo assim, a gestão interna também é crucial. Ter um gestor (ou gerente) de energia pode ampliar o conhecimento da empresa e fortalecer a comunicação externa, favorecendo medidas de eficiência energética (JOHANSSON; THOLLANDER, 2018, BLASS *et al*., 2014). Além disso, o conhecimento externo sinaliza uma abordagem proativa, servindo como um incentivo para melhores práticas. Trianni e Cagno (2015) reforçam que a presença de um gerente de energia pode ser um diferencial, destacando a importância da formação e educação em eficiência energética.

A implementação de sistemas de gestão ambiental bem-sucedida depende que a alta administração demonstre comprometimento e responsabilidade.

Além disso, uma comunicação eficaz entre a liderança central e os colaboradores é essencial para que as metas estabelecidas sejam compreendidas e implementadas de forma adequada (VIRANDA *et al*., 2020). Nguyen e Tran (2020) sugerem que, quando a alta administração demonstra um compromisso verdadeiro com a economia de energia, isso tem um efeito cascata em toda a organização, onde esse comprometimento pode se manifestar de várias maneiras, como através de investimentos em tecnologias mais eficientes, estabelecimento de metas de redução de consumo, ou mesmo através de treinamentos e workshops para os funcionários sobre práticas sustentáveis.

Dessa forma, a combinação de conhecimentos internos e externos (JALO *et al*, 2021a) pode ser a chave para superar desafios comportamentais, como carência de competências técnicas e informação insuficiente sobre as oportunidades de otimização da energia (JALO *et al*, 2021b)

Essas medidas corroboram com as soluções apontadas por Soepardi e Thollander (2018) às barreiras organizacionais, onde eles dividem essas barreiras em 8 níveis, tendo como principais soluções a esses: aumentar o comprometimento da gestão com a eficiência energética, equilibrar prioridades entre produção e eficiência energética e resolver conflitos internos alinhando a equipe com os objetivos de eficiência energética.

Vale ressaltar que a sustentabilidade e a consciência social são cruciais para moldar mentalidades e negócios voltados às práticas com redução de impactos ambientais (POLAS *et al*., 2020).

Calvo *et al*. (2022) e Dey *et al*. (2022) abordam a necessidade das PMEs se adaptarem às demandas de sustentabilidade, ressaltando a importância de atender às expectativas dos consumidores em um mercado ambientalmente consciente.

A crescente consciência e demanda dos consumidores por práticas sustentáveis têm impulsionado as empresas a repensar seus processos. OLIVEIRA NETO *et al*. (2020) destacam que pequenas multinacionais têxteis brasileiras, ao reconhecerem esta tendência, são motivadas a adotar práticas de produção mais limpa, visando não só a economia de custos, mas a atender certificações ambientais, facilitando sua inclusão em grandes cadeias de suprimento para exportação.

Por fim, vale ressaltar que as políticas ambientais e de energia renovável deve levar em consideração o tamanho da empresa, logo uma abordagem padrão pode não ser a estratégia mais eficaz, havendo a necessidade urgente de políticas mais personalizadas, que considerem os desafios e capacidades únicas das PMEs em comparação com as grandes empresas (LEE; YU, 2019, TRIANNI *et al*., 2013, HAMPTON, 2018).

Ainda, TRIANNI *et al*. (2021) investigou a disposição das empresas em adotar medidas de eficiência energética caso essa medida tivesse algum impacto positivo ou negativo nos recursos produtivos das empresas, e observou que quando os impactos são neutros ou negativos, a maioria das empresas se mostra resistente na adoção dessas medidas.

Em seu estudo, Ceptureanu *et al*. (2020) revelam que a capacidade de uma empresa de inovar de maneira ecológica tem um impacto direto e positivo em suas práticas sustentáveis. Isso indica que, além das influências externas, como políticas governamentais ou tecnologias emergentes, as próprias empresas têm um papel intrínseco a desempenhar na promoção da sustentabilidade.

Considerações Finais

A dependência de fontes de energia para sustentar a vida moderna tem causado impactos ambientais, com o clima global em risco devido ao uso predominante de combustíveis fósseis. A transição para energias renováveis e práticas de consumo eficiente surge como solução. A eficiência energética, que avalia a relação entre consumo e produção de energia, oferece formas de reduzir emissões e impactos ambientais, beneficiando empresas e sociedade. Essa eficiência, alcançada por inovações tecnológicas, gestão ambiental e incentivos econômicos. Seus benefícios são amplos, desde a redução de poluentes até a promoção de energias sustentáveis.

Considerando a relevância das práticas de eficiência energética, é essencial observar seu impacto em um cenário que possibilite impactos diretos na economia, sociedade e meio ambiente.

A pesquisa focou nas PMEs devido à sua contribuição significativa para o PIB e emprego. Apesar de, individualmente, consumirem menos energia que grandes empresas, juntas, as PMEs têm um impacto considerável no consumo energético nacional. Sua estrutura enxuta permite a rápida adoção de tecnologias e práticas energéticas eficientes. Atuando em comunidades locais, suas iniciativas em eficiência energética beneficiam tanto a economia quanto o meio ambiente local.

Para promover dados que evidenciasse a relação existente entre a eficiência energética e as PMEs, a pesquisa foi conduzida através da revisão sistemática da literatura, com base em um protocolo de busca.

Com isso, foram analisados um total de 107 documentos relacionados ao tema, sendo grande parte tendo com campo de pesquisa países da União Europeia, onde ainda existe forte dependência de combustíveis fosseis para a geração de energia. Apesar disto, a aplicabilidade dos achados pode ser global, pois independendo da fonte geradora de energia, sua redução tem impactos na redução dos custos e dos impactos ambientais.

O objetivo do estudo foi concluído uma vez que a análise da literatura confirma que as PMEs têm a capacidade de adotar uma variedade de medidas voltadas à eficiência energética, ajudando na redução dos impactos ambientais, assim como benefícios econômicos. Algumas dessas medidas incluem a troca de sistemas de iluminação,

monitoramento do consumo de energia, aprimoramento de ambientes e utilização de fontes renováveis de energia. Além disso, incentivar práticas conscientes de consumo de energia entre os colaboradores e a adoção de fontes de energia renováveis são estratégias identificadas e que possibilitam retornos positivos, para a sociedade.

Ainda, nosso objetivo de correlacionas e descrever soluções relacionadas ao tema foi alcançada, pois verificou-se que, apesar dos benefícios identificados da eficiência energética nas PMEs, sua implementação apresenta diversas barreiras.

Uma das principais barreiras é a falta de incentivos financeiros, que possam ajudar a mitigar os altos custos iniciais associados à adoção de tecnologias sustentáveis. Além disso, a ausência de políticas governamentais robustas e bem definidas limitam as chances de adoção dessas medidas por parte das empresas, devido suas limitações estruturais e de pessoal, nesse sentido, o apoio governamental, na forma de subsídios e incentivos, pode auxiliar as PMEs no investimento de soluções energéticas mais eficientes.

Devido suas limitações, as PMEs enfrentam barreiras de informação e conhecimento que as levam a buscar expertise externa. A participação em redes especializadas, consultorias ou parcerias com instituições de pesquisa pode proporcionar às empresas o acesso a esse conhecimento vital. Estas colaborações externas complementam as auditorias energéticas, oferecendo perspectivas adicionais e soluções inovadoras que podem não ser evidentes para a equipe interna.

O treinamento é essencial para garantir que os funcionários compreendam as mudanças propostas, os motivos por trás delas e como podem contribuir para a eficiência energética no dia a dia. Além disso, o treinamento contínuo ajuda a manter a equipe atualizada sobre as melhores práticas e inovações no campo da eficiência energética, garantindo que a empresa continue a se beneficiar das mais recentes descobertas e tecnologias.

Esta pesquisa demonstrou o impacto significativo que as PMEs promovem para a sociedade. Nas principais economias, elas representam cerca da 99% das empresas, são responsáveis por uma parcela significativa no PIB e grandes geradoras de emprego. A adoção de medidas voltadas à eficiência energética nessas empresas não só resulta em economia de custos e uso otimizado de matéria-prima, mas também minimiza seus impactos ambientais.

Logo, quando estas empresas adotam práticas sustentáveis e eficientes, elas não apenas prosperam economicamente, mas também estabelecem padrões e normas para comunidades. Seu alcance e influência nas economias locais podem ser um incentivador a mudanças, promovendo uma consciência ambiental e social mais profunda.

A revisão identificou uma série de documentos que discutem as barreiras enfrentadas pelas PMEs na adoção de eficiência energética. Há uma tendência notável em estudos que se concentram na classificação e mitigação dessas barreiras. Embora existam documentos que proponham soluções, há uma escassez de estudos que abordem os fatores motivacionais para a adoção de eficiência energética, representando uma área ainda pouco explorada.

Embora muitos estudos tenham se concentrado em PMEs de uma determinada região ou país, percebe-se uma lacuna nas pesquisas sobre o impacto da eficiência energética nas comunidades próximas a essas empresas. É fundamental investigar o efeito dessas iniciativas na sociedade vizinha às PMEs e entender sua repercussão não apenas dentro dos espaços empresariais, mas também na promoção da sustentabilidade e na conscientização da comunidade local.

Foi visto que, a abordagem de eficiência energética nas PMEs demonstra uma tendência de crescimento, desde o primeiro achado, de 2007. Ainda, dada a natureza dinâmica e evolutiva da eficiência energética e das políticas associadas a ela, é crucial manter-se atualizado com as informações mais recentes e relevantes.

O campo da eficiência energética está em constante mudança, com inovações tecnológicas, atualizações regulatórias e novas abordagens emergindo rapidamente. Além disso, as políticas que permeiam este tema são frequentemente revisadas e adaptadas para atender às demandas atuais e futuras, de sustentabilidade e desenvolvimento. Sendo assim, recomenda-se que, em estudo futuros com observação do estado da arte sobre o tema, seja limitado a publicações dos últimos 5 anos.

Dado o significativo potencial das PMEs para influenciar a economia, a sociedade e o meio ambiente, nesta pesquisa, foi identificado apenas um estudo de campo realizado no Brasil. Ao destacar os benefícios e oportunidades que as PMEs podem alcançar através da adoção de medidas de eficiência energética, espera-se que este estudo inspire novas pesquisas relacionadas às PMEs brasileiras e incentive estudos voltados para a formulação de políticas públicas que apoiam tais iniciativas.

Referências

ABADIE, Luis M.; ORTIZ, Ramon A.; GALARRAGA, Ibon. Determinants of energy efficiency investments in the US. **Energy Policy**, v. 45, p. 551-566, 2012.

ABERGEL, T.; BROWN, A.; CAZZOLA, P.; DOCKWEILER, S.; DULAC, J.; PALES, A. Energy technology perspectives 2017: Catalysing energy technology transformations. **OECD**, 2017.

ACKAH, Ishmael; KIZYS, Renatas. Analysis of energy efficiency practices of SMEs in rural Ghana: an application of product generational dematerialization method. **Energy Efficiency**, v. 11, n. 6, p. 1359-1374, 2018.

AFRICAN DEVELOPMENT BANK GROUP. Jobs for Youth in Africa. Strategy for Creating 25 Million Jobs and Equipping 50 Million Youth 2016-2025. Disponível em:< https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Boards-Documents/Bank_Group_Strategy_for_Jobs_for_Youth_in_Africa_2016-2025_Rev_2.pdf>. Acesso em 29 de abr. 2023.

AHMED, Umair. Impact of ecological innovation, entrepreneurial self-efficacy and entrepreneurial orientation on environmental performance and energy efficiency. **International Journal of Energy Economics and Policy**, 2020.

AKIL, Yusri Syam et al. Perceptions and Determinants of SMEs Consumers' Behaviors for Electricity Saving: Evidence from Indonesia. **International Journal of Energy Economics and Policy**, v. 10, n. 3, p. 168, 2020.

ANDERSSON, Elias; ARFWIDSSON, Oskar; THOLLANDER, Patrik. Benchmarking energy performance of industrial small and medium-sized enterprises using an energy efficiency index: Results based on an energy audit policy program. **Journal of cleaner production**, v. 182, p. 883-895, 2018.

APFEL, Dorothee; HERBES, Carsten. What drives Senegalese SMEs to adopt renewable energy technologies? Applying an extended UTAUT2 model to a developing economy. **Sustainability**, v. 13, n. 16, p. 9332, 2021.

ASIAN DEVELOPMENT BANK. Asia SME Finance Monitor 2014. ADB. Disponível:<https://www.adb.org/sites/default/files/ publicação/173205/asia-sme-finance-monitor2014.pdf>. acesso em 27 de abr. 2023.

BACCHETTI, Elisa. A design approach with method and tools to support SMEs in designing and implementing distributed renewable energy (DRE) solutions based on sustainable product-service system (S. PSS). **Procedia CIRP**, v. 64, p. 229-234, 2017.

BACKLUND, Sandra; THOLLANDER, Patrik. Impact after three years of the Swedish energy audit program. **Energy**, v. 82, p. 54-60, 2015.

BACKMAN, Fredrik. Barriers to energy efficiency in Swedish non-energy-intensive micro-and small-sized enterprises—A case study of a local energy program. **Energies**, v. 10, n. 1, p. 100, 2017.

BAKAR, Muhammad Fauzan Abu et al. Adoption of sustainable technology in the Malaysian SMEs sector: does the role of government matter?. **Information**, v. 11, n. 4, p. 215, 2020.

BERKELEY EARTH. Global Temperature Report. Disponível em:< http://berkeleyearth.org/global-temperature-report-for-2022>. Acesso em 05 de abr. 2023.

BERNAT, Tomasz et al. Facing Environmental Goals for Energy-Efficiency Improvements in Micro and Small Enterprises Operating in the Age of Industry 4.0. **Energies**, v. 15, n. 18, p. 6577, 2022.

BLASS, Vered et al. Top management and the adoption of energy efficiency practices: Evidence from small and medium-sized manufacturing firms in the US. **Energy**, v. 65, p. 560-571, 2014.

BLUNDEL, Richard; MONAGHAN, Adrian; THOMAS, Christine. SMEs and environmental responsibility: a policy perspective. **Business Ethics: A European Review**, v. 22, n. 3, p. 246-262, 2013.

BRASIL, 2006. Lei Complementar 123, de 14 de dezembro de 2006. Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte. Diário Oficial da União.

BRASIL, 2011. Lei Complementar 129, de 10 de novembro de 2011. Altera dispositivos da Lei Complementar no 123, de 14 de dezembro de 2006, e dá outras providências. Diário Oficial da União.

BRUNOROA, S.; BIZZARRIA, G.; FERRARI, Laura. Energy efficient industrial parks cooperation: The case study of Fabbrico and Rolo in Reggio Emilia, Italy. **International Journal of Smart Grid and Clean Energy**, v. 8, n. 3, p. 257-262, 2019.

BUTLER, J.; MONTZKA, S. The NOAA Annual Greenhouse Gas Index (AGGI). NOAA, Earth System Research Laboratories. **Global Monitoring Laboratory**, 2020. Disponível em:<https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/data.html>. Acesso em 16 de jan. 2022.

CAGNO, Enrico et al. Drivers for energy efficiency and their effect on barriers: empirical evidence from Italian manufacturing enterprises. **Energy efficiency**, v. 10, p. 855-869, 2017.

CAGNO, Enrico; RAMIREZ-PORTILLA, Andres; TRIANNI, Andrea. Linking energy efficiency and innovation practices: Empirical evidence from the foundry sector. **Energy Policy**, v. 83, p. 240-256, 2015.

CAGNO, Enrico; TRIANNI, Andrea. Evaluating the barriers to specific industrial energy efficiency measures: an exploratory study in small and medium-sized enterprises. **Journal of cleaner Production**, v. 82, p. 70-83, 2014.

CALVO, Nuria; MONJE-AMOR, Ariadna; VILLARREAL, Oskar. When your value proposition is to improve others' energy efficiency: Analyzing the internationalization dilemma of eco-innovations in SMEs. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 185, p. 122069, 2022.

CAMPOS, J.; VALENCIA, G. E.; CARDENAS, Y. D. Ten systemic steps for sustainable energy savings in small and medium enterprises. In: **Journal of Physics: Conference Series**. IOP Publishing, 2018. p. 012039.

CANADA STATISTICS .Key Small Business Statistics; January. 2019. Disponível em:<:https://www.ic.gc.ca/eic/site/061.nsf/eng/h_03090.html>. Acessado em: 28 de abr. 2023.

CANTELE, S.; VERNIZZI, S.; CAMPEDELLI, B. Untangling the Origins of Sustainable Commitment: New Insights on the Small vs. Large Firms' Debate. **Sustainability**, v. 12, n. 2, p. 671, 2020.

CEPTUREANU, Sebastian Ion et al. Eco-innovation capability and sustainability driven innovation practices in Romanian SMEs. **Sustainability**, v. 12, n. 17, p. 7106, 2020.

CHANDRAN, V. G. R.; SHARMA, Susan; MADHAVAN, Karunagaran. Electricity consumption–growth nexus: the case of Malaysia. **Energy Policy**, v. 38, n. 1, p. 606-612, 2010.

CHATZISTAMOULOU, Nikos; TYLLIANAKIS, Emmanouil. Commitment of European SMEs to resource efficiency actions to achieve sustainability transition. A feasible reality or an elusive goal? **Journal of Environmental Management**, v. 321, p. 115937, 2022.

CHEN, Ku-Hsieh et al. Energy efficiency: Indicator, estimation, and a new idea. **Sustainability**, v. 12, n. 12, p. 4944, 2020.

CHEN, W.; HUANG, X.; LIU, Y.; LUAN, X.; SONG, Y. The impact of high-tech industry agglomeration on green economy efficiency-Evidence from the Yangtze River economic belt. **Sustainability**, v. 11, n. 19, p. 5189, 2019.

CHIEN, Fengsheng et al. Assessing the mechanism of barriers towards green finance and public spending in small and medium enterprises from developed countries. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, n. 43, p. 60495-60510, 2021.

CHOWDHURY, Mohammad Abir Shahid et al. Unveiling the nexus between access to electricity, firm size and sme's performance in bangladesh: new evidence using PSM. **Energies**, v. 14, n. 20, p. 6493, 2021.

CHUNG, K. C. **Clinical Perspective: A Pratical Guide to Meta-Analysis**. The Journal of Hand Surgery. 31ª (10): 1671, 2006.

CLIMATE WATCH, Historical GHG Emissions, 2018. Disponível em:< https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?breakBy=countries&chartType=percentage&end_year=2018&regions=WORLD&sectors=total-excluding-lucf&start_year=1990>. Acesso em 27 de dez. 2021.

COLES, Tim; DINAN, Claire; WARREN, Neil. Energy practices among small-and medium-sized tourism enterprises: a case of misdirected effort?. **Journal of Cleaner Production**, v. 111, p. 399-408, 2016.

COOK D. J.; MULROW C. D.; HAYNES R.B. Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. **Ann Intern Med**. 376-80, 1997.

COSTA-CAMPI, M.T., García-Quevedo, J., TRUJILLO-BAUTE, E. Challenges for R&D and innovation in energy. **Energy Policy**, 83, 193-196, 2015.

COSTA-CAMPI, María Teresa; GARCÍA-QUEVEDO, José; SEGARRA, Agustí. Energy efficiency determinants: An empirical analysis of Spanish innovative firms. **Energy Policy**, v. 83, p. 229-239, 2015.

CRIPPA, M.; GUIZZARDI, D.; MUNTEAN, M.; SCHAFF, E.; SOLAZZO, E.; MONFORTI-FERRARIO, F. et al. Fossil CO2 Emissions of all World Countries: 2020 Report. **Publications Office of the European Union**. Luxembourg, 2020.

DA MATA DAHER, Denilson et al. As micro e pequenas empresas e a responsabilidade social: uma conexão a ser consolidada. **IX SEGeT: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, Rio de Janeiro, Brasil, 2012.

DATA SEBRAE. Painéis de desempenho das empresas brasileiras. Disponível em:< https://datasebraeindicadores.sebrae.com.br/resources/sites/data-sebrae/data-sebrae.html#/>. Acesso em 26 de jun. 2023.

DATO, Prudence. Investment in energy efficiency, adoption of renewable energy and household behavior: Evidence from OECD countries. **The Energy Journal**, v. 39, n. 3, 2018.

DECLICH, Andrea; QUINTI, Gabriele; SIGNORE, Paolo. SME's, energy efficiency, innovation: A reflection on materials and energy transition emerging from a research on SMEs and the practice of Energy Audit. **Matériaux & Techniques**, v. 108, n. 5-6, p. 505, 2020.

DEY, Prasanta Kumar et al. Adoption of circular economy practices in small and medium-sized enterprises: Evidence from Europe. **International Journal of Production Economics**, v. 248, p. 108496, 2022.

DINIZ, E.; BERMANN, C. Economia verde e sustentabilidade. Estudos Avançados, v. 26, n. 74, p. 323-330, 2012.

DRÖGE, S. The Paris Agreement 2015: Turning point for the international climate regime. 2016.

DONG, Jun; HUO, Huijuan. Identification of financing barriers to energy efficiency in small and medium-sized enterprises by integrating the fuzzy delphi and fuzzy DEMATEL approaches. **Energies**, v. 10, n. 8, p. 1172, 2017.

DURST, Susanne; GERSTLBERGER, Wolfgang. Financing responsible small-and medium-sized enterprises: An international overview of policies and support programmes. **Journal of Risk and Financial Management**, v. 14, n. 1, p. 10, 2020.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Fontes de energia, 2016. Disponível em:<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia> Acesso em 19 de jan. 2022.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Relatório Síntese 2022. Disponível em:< https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-631/BEN_S%C3%ADntese_2022_PT.pdf>. Acesso em 13 de jan. 2022.

ERRIGO, Angelica; CHOI, Jun-Ki; KISSOCK, Kelly. Techno-economic-environmental impacts of industrial energy assessment: Sustainable industrial motor systems of small and medium-sized enterprises. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 49, p. 101694, 2022.

EUROPEAN COMMISSION. Definition of SMEs: Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs 2020. Disponível:<https://ec.europa.eu/growth/smes/sme-definition_en>. Acesso em 27 de abr de 2023.

EUROSTAT. **Dependência Energética**. Disponívelem:<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>.Acessado em 24 de abr. 2023.

FARIAS L.; SELLITTO. M. Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectivas futuras. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 12, n. 17, p. 01-16, 2011.

FATIMA, Zarrin; OKSMAN, Virpi; LAHDELMA, Risto. Enabling small medium enterprises (SMEs) to become leaders in energy efficiency using a continuous maturity matrix. **Sustainability**, v. 13, n. 18, p. 10108, 2021.

FATIMAH, Y.; BISWAS, W. Remanufacturing as a means for achieving low-carbon SMEs in Indonesia. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 18, n. 8, p. 2363-2379, 2016.

FERNÁNDEZ-VIÑÉ, María Blanca; GÓMEZ-NAVARRO, Tomás; CAPUZ-RIZO, Salvador F. Eco-efficiency in the SMEs of Venezuela. Current status and future perspectives. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 8, p. 736-746, 2010.

FIRJAN - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. Quanto custa a energia elétrica, 2016. Disponível em:<https://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-economia/quanto-custa-a-energia-eletrica.htm#pubAlign> Acesso em 04 de mar. 2022.

FJOSE, Sveinung; GRÜNFELD, Leo A.; SQW, Chris Green. Identifying SME roles and obstacles to SME growth. SMEs and development in Sub-Saharan Africa, v. 14, n. 1, p. 14-58, 2010.

FRANCO, T.; DRUCK, G. Padrões de industrialização, riscos e meio ambiente. **Ciência & Saúde Coletiva,** v.3, 1998. p.61-72.

FTHENAKIS, V. M.; KIM, H.C. Photovoltaics: Life-cycle analyses. **Solar Energy**, vol. 85, Issue 8, Pages 1609-1628, 2011. Disponível em:< https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X09002345>. Acesso em: 21/03/2023.

GADELHA, S. R. B.; CERQUEIRA, R. M. G. Consumo de eletricidade e crescimento econômico no Brasil, 1952-2010: uma análise de causalidade. **Revista Faz Ciência**, v. 16, n.24, p. 11, 2014.

GARAY, Roberto et al. Energy efficiency achievements in 5 years through experimental research in KUBIK. **Energy Procedia**, v. 78, p. 865-870, 2015.

GĄSIOR, Aleksandra et al. Creating a Competitive Advantage for Micro and Small Enterprises Based on Eco-Innovation as a Determinant of the Energy Efficiency of the Economy. **Energies**, v. 15, n. 19, p. 6965, 2022.

GRIGORAȘ, Gheorghe; NEAGU, Bogdan-Constantin. An advanced decision support platform in energy management to increase energy efficiency for small and medium enterprises. **Applied Sciences**, v. 10, n. 10, p. 3505, 2020.

HAAS, Reinhard. Energy efficiency indicators in the residential sector: What do we know and what has to be ensured?. **Energy Policy**, v. 25, n. 7-9, p. 789-802, 1997.

HAMPTON, Sam. 'It's the soft stuff that's hard': Investigating the role played by low carbon small-and medium-sized enterprise advisors in sustainability transitions. **Local Economy**, v. 33, n. 4, p. 384-404, 2018.

HAMPTON, Sam. Making sense of energy management practice: Reflections on providing low carbon support to three SMEs in the UK. **Energy Efficiency**, v. 12, n. 6, p. 1473-1490, 2019.

HANIF, Imran. Economics-energy-environment nexus in Latin America and the Caribbean. Energy, v. 141, p. 170-178, 2017.

HASANBEIGI, Ali; PRICE, Lynn. A review of energy use and energy efficiency technologies for the textile industry. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 6, p. 3648-3665, 2012.

HASSAN, Muhammad Tahir; BUREK, Stas; ASIF, Muhammad. Barriers to industrial energy efficiency improvement–manufacturing SMEs of Pakistan. **Energy Procedia**, v. 113, p. 135-142, 2017.

HASSEN, Sied; GEBREHIWOT, Tagel; AREGA, Tiruwork. Determinants of enterprises use of energy efficient technologies: Evidence from urban Ethiopia. **Energy Policy**, v. 119, p. 388-395, 2018.

HALL, Richard H. Organizações: Estruturas, processos e resultados. **Pearson**, 2004.

HASENCLEVER, L. Políticas de Apoio às Pequenas e Médias Empresas na América Latina: Proposta Metodológica. Brasília, DF: CEPAL. **Escritório no Brasil/IPEA**, 2003. (LC/BRS/R.139).

HAU, Yong Sauk. Smes' external technology r&d cooperation network diversity and their greenhouse gas emission reduction and energy saving: A moderated mediation analysis. **Sustainability**, v. 11, n. 1, p. 115, 2018.

HAVERINEN-SHAUGHNESSY, Ulla et al. Occupant satisfaction with indoor environmental quality and health after energy retrofits of multi-family buildings: Results from INSULAtE-project. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v. 221, n. 6, p. 921-928, 2018.

HERNÁNDEZ, E.; LYONS, A.; STAMATOPOULOS, K. A DSS-based framework for enhancing collaborative web-based operations management in manufacturing SME supply chains, 2016. **Group Decision and Negotiation**, v. 25, n. 6, p. 1237-1259.

HENRIQUES, J.; CATARINO, J. Sustainable value and cleaner production–research and application in 19 Portuguese SME. **Journal of Cleaner Production**, v. 96, p. 379-386, 2015.

HONG, Tianzhen et al. Commercial building energy saver: An energy retrofit analysis toolkit. **Applied Energy**, v. 159, p. 298-309, 2015.

HUAN, Ngo Quang et al. Energy efficiency: Determinants and roles on sustainable development in emerging country. **International Journal of Energy Economics and Policy**, 2021.

HUSSAIN, Javed et al. Does the cost of energy matter for innovation? The effects of energy prices on SME innovation in Sub-Saharan Africa. **International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research**, v. 28, n. 2, p. 548-566, 2022.

IEA - International Energy Agency. Electricity production, 2020. Disponível em:<https://www.iea.org/reports/electricity-information-overview/electricity-production> Acesso em 12 de abr. 2022.

IEA - International Energy Agency. Power generation remained the largest emissions driver, 2020. Disponível em https://www.iea.org/reports/greenhouse-gas-emissions-from-energy-overview/emissions-by-sector#abstract> Acesso em 12 de mar. 2022.

IEA - International Energy Agency. Tracking Industry, 2020. Disponível em:<https://www.iea.org/reports/tracking-industry-2020> Acesso em 22 de jan. 2022.

IEA - International Energy Agency. World Energy Balances: Overview, 2020. Disponível em:< https://www.iea.org/reports/world-energy-balances-overview/world> Acesso em 07 de abr. 2022.

IEA - International Energy Agency. World total energy supply by source, 2020. Disponível em:<https://www.iea.org/reports/key-world-energy-statistics-2021/supply#coal> Acesso em 07 de abr. 2022.

IEA - International Energy Agency. World Energy Balances Highlights, 2021. Disponível em:< https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/world-energy-balances-highlights> Acesso em 22 de mar. 2023.

IEA - International Energy Agency. Financing Clean Energy Transitions in Emerging and Developing Economies, 2021. Disponível em:<https://iea.blob.core.windows.net/assets/6756ccd2-07724ffd85e4b73428ff9c72/FinancingCleanEnergyTransitionsinEMDEs_WorldEnergyInvestment2021SpecialReport.pdf> Acesso em 22 de mar. 2023.

IEA - International Energy Agency. Energy-Efficiency, 2022. Disponível em:<https://www.iea.org/reports/energy-efficiency> Acesso em 03 de jun. 2023.

IEA - International Energy Agency. Multiple Benefits of Energy Efficiency , IEA, Paris, 2019. Disponível em:<https://www.iea.org/reports/multiple-benefits-of-energy-efficiency> Acesso em 19 de mar. 2023.

IPCC. Climate change 2014: synthesis report, Switzerland: intergovernmental panel on climate change. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf. Acesso em 18 de mar. 2023.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change: Energy is at the heart of the solution to the climate challenge, 2020. Disponível em:< https://www.ipcc.ch/2020/07/31/energy-climatechallenge/>. Acesso em: 21 jan. 2022.

IPCC.**Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**, v.1, 2006. Disponível em:<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html>. Acesso em: 21 jan. 2022.

IPCC. Summary for Policymakers, 2018. Disponível em:<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/SR15_SPM_version_report_LR.pdf >. Acesso em: 16 jan. 2022.

IRREK, Wolfgang; THOMAS, Stefan. Defining energy efficiency. **Wuppertal Inst. Work. Pap,** 2008.

JALO, Noor et al. Barriers to and drivers of energy management in Swedish SMEs. **Energies**, v. 14, n. 21, p. 6925, 2021.

JALO, Noor et al. Do energy efficiency networks help reduce barriers to energy efficiency?-A case study of a regional Swedish policy program for industrial SMEs. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 151, p. 111579, 2021.

JOHANSSON, Ida et al. Designing policies and programmes for improved energy efficiency in industrial SMEs. **Energies**, v. 12, n. 7, p. 1338, 2019.

JOVÉ-LLOPIS, Elisenda; SEGARRA-BLASCO, Agustí. Eco-efficiency actions and firm growth in European SMEs. **Sustainability**, v. 10, n. 1, p. 281, 2018.

KASSAI, S. As Empresas de Pequeno Porte e a Contabilidade, Caderno de Estudos, São Paulo, FIPECAFI,v.9, n.15, p.60-74, 1997.

KHALILI, Tohid; NOJAVAN, Sayyad; ZARE, Kazem. Optimal performance of microgrid in the presence of demand response exchange: A stochastic multi-objective model. **Computers & Electrical Engineering**, v. 74, p. 429-450, 2019.

KINLAW, D. Empresa competitiva e ecológica: desempenho sustentado na era ambiental. São Paulo: **Makron Books**, 1997.

KÖNIG, Werner et al. Establishing energy efficiency—drivers for energy efficiency in German manufacturing small-and medium-sized enterprises. **Energies**, v. 13, n. 19, p. 5144, 2020.

KONZEN, B. A. D. V. Avaliação do Ciclo de Vida de painel fotovoltaico: análise dos impactos ambientais e fim de vida em estudo de caso no sul do Brasil. **Dissertação de mestrado de UFMG**, 2020.

KUMAR, Love et al. In-house resource efficiency improvements supplementing the end of pipe treatments in textile SMEs under a circular economy fashion. **Frontiers in Environmental Science**, v. 10, p. 1002319, 2022.

LA ROVERE, Renata Lèbre. Perspectivas das micro, pequenas e médias empresas no Brasil. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 5, n. 3, 2001.

LALITH PANKAJ RAJ, G. N.; KIRUBAKARAN, V. Energy efficiency enhancement and climate change mitigations of SMEs through grid-interactive solar photovoltaic system. **International Journal of Photoenergy**, v. 2021, p. 1-19, 2021.

LEE, Jaeseok; YU, Jongmin. Heterogenous energy consumption behavior by firm size: evidence from Korean environmental regulations. **Sustainability**, v. 11, n. 11, p. 3226, 2019.

LI, Guomin et al. Influence of environmental concern and knowledge on households' willingness to purchase energy-efficient appliances: A case study in Shanxi, China. **Sustainability**, v. 11, n. 4, p. 1073, 2019.

LI, Hongchen et al. Industrial Policy and Technological Innovation of New Energy Vehicle Industry in China. **Energies**, v. 15, n. 24, p. 9264, 2022.

LI, Cheng; HONG, Tianzhen; YAN, Da. An insight into actual energy use and its drivers in high-performance buildings. **Applied energy**, v. 131, p. 394-410, 2014.

LIN, Boqiang; ZHENG, Qingying. Energy efficiency evolution of China's paper industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 140, p. 1105-1117, 2017.

MARCHI, Beatrice; ZANONI, Simone. Supply chain management for improved energy efficiency: Review and opportunities. **Energies**, v. 10, n. 10, p. 1618, 2017.

MBIE. 2018/19 Annual Report Growing New Zealand for All; Ministry of Business, Innovation and Employment. Disponível em:< https://www.mbie.govt.nz/assets/mbie-annual-report-2018-19.pdf>. Acesso em: 11 de abr. de 2023.

MEATH, Cristyn; LINNENLUECKE, Martina; GRIFFITHS, Andrew. Barriers and motivators to the adoption of energy savings measures for small-and medium-sized enterprises (SMEs): the case of the ClimateSmart Business Cluster program. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 3597-3604, 2016.

MENGHI, Roberto et al. An energy assessment method for SMEs: Case study of an Italian mechanical workshop. **Procedia Manufacturing**, v. 43, p. 56-63, 2020.

MILLÁN, Gema et al. Energy efficiency engagement training in SMEs: A case study in the automotive sector. **Sustainability**, v. 14, n. 17, p. 10504, 2022.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMERCO EXTERIOR. micro, pequenas e médias empresas: definições e estatísticas internacionais. Disponível em:https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/estudos-e-notas-tecnicas/fiquePorDentro/temas/temas-anteriores-desativados-sem-texto-da-consultoria/propagandaeleitoral/pdf/defineMPE.pdf>. Acesso em 26 de abr. 2023.

MINISTRY OF INDUSTRY AND INFORMATION TECHNOLOGY OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA. Information database of the national public service

demonstration platform for small and medium-sized enterprises. Disponível em:< https://www.miit.gov.cn/datainfo/gbptsj/index.html. Acesso em 18 de mai. 2023.

MOURTZIS, Dimitris; ANGELOPOULOS, John; PANOPOULOS, Nikos. A collaborative approach on energy-based offered services: energy 4.0 ecosystems. **Procedia CIRP**, v. 104, p. 1638-1643, 2021.

MULLER, Patrice et al. Annual report on European SMEs 2016/2017: Focus on self-employment. 2017.

MURTAGH, Niamh et al. Individual energy use and feedback in an office setting: A field trial. **Energy policy**, v. 62, p. 717-728, 2013.

MURUGAPERUMAL, K.; RAJ, P. A. D. Feasibility design and techno-economic analysis of hybrid renewable energy system for rural electrification. **Solar Energy**, v. 188, p. 1068-1083, 2019.

MUSAAD O, Almalki Sultan et al. A fuzzy multi-criteria analysis of barriers and policy strategies for small and medium enterprises to adopt green innovation. **Symmetry**, v. 12, n. 1, p. 116, 2020.

NEIVA, S.A.; LAZERO, L. L. B. Pobreza energética: Os desafios da inclusão social e igualdade de gênero. Disponível em:< https://pp.nexojornal.com.br/opiniao/2023/Pobreza-energ%C3%A9tica-os-desafios-da-inclus%C3%A3o-social-e-igualdade-de-g%C3%AAnero>. Acesso em: 11 de abr. De 2023.

NGUYEN, V. P. et al. Explicating energy saving intention from the prospect of small medium enterprises. **Entrep. Sustain**, n. 2020, p. 8, 2020.

O'KEEFFE, Juliette M.; GILMOUR, Daniel; SIMPSON, Edward. A network approach to overcoming barriers to market engagement for SMEs in energy efficiency initiatives such as the Green Deal. **Energy Policy**, v. 97, p. 582-590, 2016.

O'RIELLY, Kristine; JESWIET, Jack. The need for better energy monitoring within industry. **Procedia Cirp**, v. 29, p. 74-79, 2015.

OCDE. SME and Entrepreneur Finance 2020: An OECD Scoreboard. Paris: OECD Publishing, 2020. disponível em:<https: //www.oecd.org/cfe/smes/financing-smes-and-entrepreneurs-23065265.htm. acesso em 27 de abr. 2023.

OCDE. Latin American Economic Outlook 2019: Development in Transition.: OECD. Disponível em:<https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/g2g9ff18-en.pdf?expires=1603810803&id=id&accname=oid013565&checksum=2BA6E9440518F532F01A6C989FA15D18>. Acesso em 28 de abr. 2023.

OCDE/CEPAL. Latin American Economic Outlook 2012: Transforming the State for Development. Disponível<https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/leo-2012-en.pdf?expires=1603810598&id=id&accname=oid013565&checksum=22833A578E196CF044C56D0CE6D168F>. Acesso em 28 de abr.2023.

OLIVEIRA, J. A. P: Empresas na sociedade: sustentabilidade e responsabilidade social. 2 ed. Rio de Janeiro: **Elsevier**, 2013.

OLIVEIRA NETO, Geraldo Cardoso de et al. Assessing the implementation of Cleaner Production and company sizes: Survey in textile companies. **Journal of Engineered Fibers and Fabrics**, v. 15, p. 1558925020915585, 2020.

OIKONOMOU, Vlasis et al. Energy saving and energy efficiency concepts for policy making. **Energy policy**, v. 37, n. 11, p. 4787-4796, 2009.

ONU, Peter; MBOHWA, Charles. Sustainable production: new thinking for SMEs. In: **Journal of Physics: Conference Series**. IOP Publishing, 2019. p. 022072.

PALM, Jenny. Placing barriers to industrial energy efficiency in a social context: a discussion of lifestyle categorisation. **Energy Efficiency**, v. 2, n. 3, p. 263-270, 2009.

PALM, Jenny; BACKMAN, Fredrik. Energy efficiency in SMEs: overcoming the communication barrier. **Energy Efficiency**, v. 13, n. 5, p. 809-821, 2020.

PAPETTI, Alessandra et al. Driving process innovation: a structured method for improving efficiency in SMEs. **Procedia CIRP**, v. 50, p. 448-453, 2016.

PARAMONOVA, Svetlana; THOLLANDER, Patrik. Energy-efficiency networks for SMEs: Learning from the Swedish experience. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 65, p. 295-307, 2016.

PARAMONOVA, Svetlana; THOLLANDER, Patrick. Impacto ex-post e avaliação do processo do programa de política de auditoria energética sueca para pequenas e médias empresas. **Journal of Cleaner Production** , v. 135, p. 932-949, 2016.

PATTERSON, M. G. What is energy efficiency?: Concepts, indicators and methodological issues. **Energy Policy**, v. 24, n. 5, p. 377-390, 1996.

PEFFLEY, Trevor B.; PEARCE, Joshua M. The potential for grid defection of small and medium sized enterprises using solar photovoltaic, battery and generator hybrid systems. **Renewable Energy**, v. 148, p. 193-204, 2020.

PEREIRA, Inês PC et al. A fuzzy cognitive mapping-system dynamics approach to energy-change impacts on the sustainability of small and medium-sized enterprises. **Journal of Cleaner Production**, v. 256, p. 120154, 2020.

POLAS, Mohammad Rashed Hasan et al. Blockchain technology as a game changer for green innovation: Green entrepreneurship as a roadmap to green economic sustainability

in Peru. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 8, n. 2, p. 62, 2022.

POWELLS, Gareth et al. Fostering active network management through SMEs' practises. **Energy Efficiency**, v. 9, n. 3, p. 591-604, 2016.

PRUKVILAILERT, M.; WANGSKARN, P. Energy conservation potential in SMEs of Thailand. **Energy Procedia**, v. 12, p. 143-148, 2011.

RAMIREZ-PORTILLA, Andres; CAGNO, Enrico; TRIANNI, Andrea. Is Innovation an enabler of Energy Efficiency? An exploratory study of the foundry sector. **Energy Procedia**, v. 61, p. 1191-1195, 2014.

RAWLINGS, Jeremy et al. Do smart grids offer a new incentive for SME carbon reduction?. **Sustainable Cities and Society**, v. 10, p. 245-250, 2014.

RELATÓRIO DA SITUAÇÃO MUNDIAL. Rede mundial de políticas de energia renovável – REN21. Disponível em:< https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/REN21_GSR2016_KeyFindings_port_02.pdf>. Acesso em 18 de mar. 2023.

RITA, Diana IG et al. Proposal of a green index for small and medium-sized enterprises: A multiple criteria group decision-making approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 196, p. 985-996, 2018.

ROBINSON, David Charles; SANDERS, David Adrian; MAZHARSOLOOK, Ebrahim. Ambient intelligence for optimal manufacturing and energy efficiency. **Assembly Automation**, v. 35, n. 3, p. 234-248, 2015.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos avançados**, v. 26, p. 65-92, 2012.

SCHEL, Daniel et al. IT platform for energy demand synchronization among manufacturing companies. **Procedia CIRP**, v. 72, p. 826-831, 2018.

SCHLOMANN, Barbara; SCHLEICH, Joachim. Adoption of low-cost energy efficiency measures in the tertiary sector—An empirical analysis based on energy survey data. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 43, p. 1127-1133, 2015.

SHI, Yingying et al. Leveraging inter-firm influence in the diffusion of energy efficiency technologies: An agent-based model. **Applied Energy**, v. 263, p. 114641, 2020.

SEBRAE. Anuário do trabalho na micro e pequena empresas, 2013. Disponível em:< https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anuario%20do%20Trabalho%20Na%20Micro%20e%20Pequena%20Empresa_2013.pdf>. Acesso em: 12 de mai. de 2023.

SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. Calculadora de emissão de gases, por setor, 2020. Disponível em:< https://plataforma.seeg.eco.br>. Acesso em 21 de dez. 2021.

SHIPLEY, A. M.; ELLIOTT, R. N. Energy efficiency programs for small and medium sized industry. 2001.

SME Agency, MITI, Japan. Outline of the New Small and Medium Enterprise Basic Law. Disponível em:< https://www.chusho.meti.go.jp/english/>. Acesso em: 18 de abr. 2023.

SOEPARDI, Apriani; THOLLANDER, Patrik. Analysis of relationships among organizational barriers to energy efficiency improvement: A case study in Indonesia's steel industry. **Sustainability**, v. 10, n. 1, p. 216, 2018.

SOLBERG HJORTH, Sune; BREM, Alexander Michael. How to assess market readiness for an innovative solution: The case of heat recovery technologies for SMEs. **Sustainability**, v. 8, n. 11, p. 1152, 2016.

SOROKA, L. et al. State policy in the field of energy efficiency. **Scientific Bulletin of National Mining University**, n. 4, 2019.

SOSSENHEIMER, Johannes et al. Hybrid virtual metering points–a low-cost, near real-time energy and resource flow monitoring approach for production machines without PLC data connection. **Procedia CIRP**, v. 98, p. 452-457, 2021.

STAGNITTA, Roque G.; ROCCO, Matteo V.; COLOMBO, Emanuela. A complementary approach to traditional energy balances for assessing energy efficiency measures in final uses: The case of space heating and cooling in Argentina. **Sustainability**, v. 12, n. 16, p. 6563, 2020.

STERN, David I. The role of energy in economic growth. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1219, n. 1, p. 26-51, 2011.

STURM, Barbara et al. Process intensification and integration of solar heat generation in the Chinese condiment sector–A case study of a medium sized Beijing based factory. **Energy Conversion and Management**, v. 106, p. 1295-1308, 2015

SULAKATKO, Virgo. Modelling the technical–economic relevance of the ETICS construction process. **Buildings**, v. 8, n. 11, p. 155, 2018.

SUMBODO, W. et al. Design and production of multifunctional food oven with energy-saving gas fuel. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, 2022. p. 012023

TACHIZAWA, T. Gestão ambiental e responsabilidade corporativa: estratégias de negócio focadas na realidade brasileira. 7 ed. São Paulo: **Atlas**, 2011.

TALLINI, Alessandro; CEDOLA, Luca. Evaluation methodology for energy efficiency measures in industry and service sector. **Energy Procedia**, v. 101, p. 542-549, 2016.

TANAKA, Kanako. Assessment of energy efficiency performance measures in industry and their application for policy. **Energy policy**, v. 36, n. 8, p. 2887-2902, 2008.

TERENCE, Ana Cláudia F. Planejamento estratégico como ferramenta de competitividade na pequena empresa. Desenvolvimento e avaliação de um roteiro prático para o processo de elaboração do planejamento. São Carlos, São Paulo: **USP**, 2002.

THIEDE, Sebastian; BOGDANSKI, Gerrit; HERRMANN, Christoph. A systematic method for increasing the energy and resource efficiency in manufacturing companies. **Procedia CIRP**, v. 2, p. 28-33, 2012.

THOLLANDER, Patrik et al. A review of industrial energy and climate policies in Japan and Sweden with emphasis towards SMEs. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 50, p. 504-512, 2015.

THOLLANDER, Patrik et al. International study on energy end-use data among industrial SMEs (small and medium-sized enterprises) and energy end-use efficiency improvement opportunities. **Journal of Cleaner Production**, v. 104, p. 282-296, 2015.

THOLLANDER, Patrik; DANESTIG, Maria; ROHDIN, Patrik. Energy policies for increased industrial energy efficiency: Evaluation of a local energy programme for manufacturing SMEs. **Energy policy**, v. 35, n. 11, p. 5774-5783, 2007.

THOLLANDER, Patrik; DOTZAUER, Erik. An energy efficiency program for Swedish industrial small-and medium-sized enterprises. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 13, p. 1339-1346, 2010.

THOLLANDER, P.; ROHDE, C.; KIMURA, O.; HELGERUD, H. A review of energy efficiency policies for small and medium-sized manufacturing enterprises from around the world. **ACEEE,** Portland, USA, p. 3-135-3-150, 2019.

TRIANNI, Andrea et al. Barriers to industrial energy efficiency in foundries: a European comparison. **Journal of Cleaner Production**, v. 40, p. 161-176, 2013.

TRIANNI, Andrea et al. Implementing energy efficiency measures: do other production resources matter? A broad study in Slovenian manufacturing small and medium-sized enterprises. **Journal of Cleaner Production**, v. 287, p. 125044, 2021.

TRIANNI, Andrea; CAGNO, Enrico. Diffusion of motor systems energy efficiency measures: an empirical study within Italian manufacturing SMEs. **Energy Procedia**, v. 75, p. 2569-2574, 2015.
TRIANNI, Andrea; CAGNO, Enrico; FARNÈ, Stefano. An empirical investigation of barriers, drivers and practices for energy efficiency in primary metals manufacturing SMEs. **Energy Procedia**, v. 61, p. 1252-1255, 2014.

TRIANNI, Andrea; CAGNO, Enrico; FARNÉ, Stefano. Barriers, drivers and decision-making process for industrial energy efficiency: A broad study among manufacturing small and medium-sized enterprises. **Applied energy**, v. 162, p. 1537-1551, 2016.

TSENG, Yen-Chieh et al. The energy savings and environmental benefits for small and medium enterprises by cloud energy management system. **Sustainability**, v. 8, n. 6, p. 531, 2016.

UNEP - United Nations Environment Programme. Emissions Gap Report 2020. Disponível em:<https://www.unep.org/pt-br/emissions-gap-report-20201> Acesso em: 22 mar. de 2022.

UN - United Nations. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 70/1&Lang=E>. Acesso em 07 de fev. 2022.

UNFCCC. United Nations Convention to Combat Desertification. Adoption of the Paris Agreement. **FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1**. Disponível em: <https://unfcc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/109r01.pdf>.Acesso em 07 de fev. 2022.

URBANO, Eva M. et al. Energy-investment decision-making for industry: Quantitative and qualitative risks integrated analysis. **Sustainability**, v. 13, n. 12, p. 6977, 2021.

US SMALL BUSINESS ADMINISTRATION. US Small Business Economic Profiles for 2018. US SBA Office of Advocacy. Disponível em:< https://www.sba.gov/sites/default/files/advocacy/2018-Small-Business-Profiles-US.pdf>. Acesso em 28 de abr. 2023.

US SMALL BUSINESS ADMINISTRATION. Classification of companies by size. Disponível em:< https://www.sba.gov/sites/default/files/2019-08/SBA%20Table%20of%20Size%20Standards_Effective%20Aug%2019%2C%202019_Rev.pdf>. Acesso em 04 de abr. 2023.

VALLE, C. Qualidade ambiental: O desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente. São Paulo, **Pioneira**, 1995.

VÁSQUEZ, Jenifer et al. Conceptual framework for evaluating the environmental awareness and eco-efficiency of SMEs. **Procedia CIRP**, v. 78, p. 347-352, 2018.

VIRANDA, D. F. et al. 5S Implementation of SME Readiness in Meeting Environmental Management System Standards based on ISO 14001: 2015 (Study Case: PT. ABC). In: **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. IOP Publishing, 2020. p. 012072.

WANG, Yanxia et al. Analysis of energy saving potentials in intelligent manufacturing: A case study of bakery plants. **Energy**, v. 172, p. 477-486, 2019.

WARREN, Peter. The potential of smart technologies and micro-generation in UK SMEs. **Energies**, v. 10, n. 7, p. 1050, 2017.

WOHLFARTH, Katharina; WORRELL, Ernst; EICHHAMMER, Wolfgang. Energy efficiency and demand response–two sides of the same coin?. **Energy Policy**, v. 137, p. 111070, 2020.

WÓJCIK-MAZUR, Agnieszka; WIELGÓRKA, Dariusz; PIONTEK, Krzysztof. Management of Photovoltaic Energy Efficiency in SMEs in The Light of the Concept of Corporate Social Responsibility (CSR). **Polish Journal of Management Studies**, v. 24, n. 1, 2021.

WONGSAPAI, Wongkot; FONGSAMOOTR, Thongchai; CHAICHANA, Chatchawan. Evaluation of energy saving potential for small and medium enterprises (SMEs) in Thailand. **Energy Procedia**, v. 141, p. 228-232, 2017.

WORRELL, E.; BERNSTEIN, L.; ROY, J.; PRICE, L.;HARNISCH, J. Industrial energy efficiency and climate change mitigation. **Energy efficiency**, v. 2, n. 2, p. 109-123, 2009.

YOUNG, C. E. F; LUSTOSA, M. C. J; Meio ambiente e competitividade na Indústria Brasileira. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, 231-259, 2001.

ZHENG, Xiaoqi et al. Drivers of change in China's energy-related CO2 emissions. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, n. 1, p. 29-36, 2020.

ZOBEL, Thomas; MALMGREN, Charlotte. Evaluating the management system approach for industrial energy efficiency improvements. **Energies**, v. 9, n. 10, p. 774, 2016.

Anexo I

Estudos utilizados na Revisão Sistemática da Pesquisa (autor, título, anos de publicação e total de citações), separados por *cluster*

Cluster	Autor (es)	Título do artigo	A.P	Periódico	T.C.
1	VIRANDA DF;SARI AD;SURYOPUTRO MR;SETIAWAN N	5S IMPLEMENTATION OF SME READINESS IN MEETING ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM STANDARDS[...]	2020	IOP CONFERENCE SERIES	5
2	BACCHETTI E	A DESIGN APPROACH WITH METHOD AND TOOLS TO SUPPORT SMES IN DESIGNING AND IMPLEMENTING DISTRIBUTED [...]	2017	PROCEDIA CIRP	7
3	HASSAN MT;BUREK S;ASIF M	BARRIERS TO INDUSTRIAL ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT - MANUFACTURING SMES OF PAKISTAN	2017	ENERGY PROCEDIA	21
4	HAU YS	SMES' EXTERNAL TECHNOLOGY R & D COOPERATION NETWORK DIVERSITY AND THEIR GREENHOUSE GAS EMISSION [...]	2019	SUSTAINABILITY	7
5	MURTAGH N;NATI M;HEADLEY WR;GATERSLEBEN B;GLUHAK A;IMRAN MA;UZZELL D	INDIVIDUAL ENERGY USE AND FEEDBACK IN AN OFFICE SETTING: A FIELD TRIAL	2013	ENERGY POLICY	120
	COLES T;DINAN C;WARREN N	ENERGY PRACTICES AMONG SMALL- AND MEDIUM-SIZED TOURISM ENTERPRISES: A CASE OF MISDIRECTED EFFORT?	2016	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	56
	RAWLINGS J;COKER P;DOAK J;BURFOOT B	DO SMART GRIDS OFFER A NEW INCENTIVE FOR SME CARBON REDUCTION?	2014	SUSTAINABLE CITIES AND SOCIETY	16
	POWELLS G;BELL S;JUDSON EP;LYON SM;WARDLE R;CAPOVA KA;BULKELEY H	FOSTERING ACTIVE NETWORK MANAGEMENT THROUGH SMES' PRACTISES	2016	ENERGY EFFICIENCY	5
6	TRIANNI A;CAGNO E;THOLLANDER P;BACKLUND S	BARRIERS TO INDUSTRIAL ENERGY EFFICIENCY IN FOUNDRIES: A EUROPEAN COMPARISON	2013	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	181
	COSTA-CAMPI MT;GARCÍA-QUEVEDO J;SEGARRA A	ENERGY EFFICIENCY DETERMINANTS: AN EMPIRICAL ANALYSIS OF SPANISH INNOVATIVE FIRMS	2015	ENERGY POLICY	92
	BLASS V;CORBETT CJ;DELMAS MA;MUTHULINGAM S	TOP MANAGEMENT AND THE ADOPTION OF ENERGY EFFICIENCY PRACTICES: EVIDENCE FROM SMALL AND MEDIUM-SIZED [...]	2014	ENERGY	82
	JOVÉ-LLOPIS E;SEGARRA-BLASCO A	ECO-EFFICIENCY ACTIONS AND FIRM GROWTH IN EUROPEAN SMES	2018	SUSTAINABILITY	37

	ALMALKI SULTAN MUSAAD O;ZHUO Z;ALMALKI OTAIBI MUSAAD O;SIYAL ZA;HASHMI H;SHAH SAA	A FUZZY MULTI-CRITERIA ANALYSIS OF BARRIERS AND POLICY STRATEGIES FOR SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES [...]	2020	SYMMETRY	34
	SCHLOMANN B;SCHLEICH J	ADOPTION OF LOW-COST ENERGY EFFICIENCY MEASURES IN THE TERTIARY SECTOR - AN EMPIRICAL ANALYSIS BASED [...]	2015	RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS	20
	AHMED U;MOZAMMEL S;ZAMAN F	IMPACT OF ECOLOGICAL INNOVATION, ENTREPRENEURIAL SELF-EFFICACY AND ENTREPRENEURIAL ORIENTATION [...]	2020	INT. JOU. OF ENERGY ECON. AND POLICY	10
	LI H;QI H;CAO H;YUAN L	INDUSTRIAL POLICY AND TECHNOLOGICAL INNOVATION OF NEW ENERGY VEHICLE INDUSTRY IN CHINA	2022	ENERGIES	2
	CHOWDHURY M;CHUANMIN S;SOKOLOVÁ M;RAHMAN A;AKBAR A;ALI Z	UNVEILING THE NEXUS BETWEEN ACCESS TO ELECTRICITY, FIRM SIZE AND SME'S PERFORMANCE IN BANGLADESH [...]	2021	ENERGIES	1
7	ABADIE LM;ORTIZ RA;GALARRAGA I	DETERMINANTS OF ENERGY EFFICIENCY INVESTMENTS IN THE US	2012	ENERGY POLICY	45
	TRIANNI A;CAGNO E;DOLŠAK J;HROVATIN N	IMPLEMENTING ENERGY EFFICIENCY MEASURES: DO OTHER PRODUCTION RESOURCES MATTER? [...]	2021	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	8
	NGUYEN PV;TRAN KT	EXPLICATING ENERGY SAVING INTENTION FROM THE PROSPECT OF SMALL MEDIUM ENTERPRISES	2020	ENTREPRENEURSHIP AND SUST. ISSUES	5
	LEE J;YU J	HETEROGENOUS ENERGY CONSUMPTION BEHAVIOR BY FIRM SIZE: EVIDENCE FROM KOREAN ENVIRONMENTAL REGULATIONS	2019	SUSTAINABILITY	4
	GRIGORAS G;NEAGU B-C	AN ADVANCED DECISION SUPPORT PLATFORM IN ENERGY MANAGEMENT TO INCREASE ENERGY EFFICIENCY [...]	2020	APPLIED SCIENCES	3
	HUSSAIN J;KARIMU A;SALIA S;OWEN R	DOES THE COST OF ENERGY MATTER FOR INNOVATION? THE EFFECTS OF ENERGY PRICES ON SME [...]	2022	INT. JOU. OF ENT. BEHAVIOUR AND RESEARCH	1
	AKIL YS;MIYAUCHI H;MANGNGENRE S;AMAR K	PERCEPTIONS AND DETERMINANTS OF SMES CONSUMERS' BEHAVIORS FOR ELECTRICITY SAVING: EVIDENCE FROM INDONESIA	2020	INT. JOU. OF ENERGY ECON. AND POLICY	0
8	BAKAR MFA;TALUKDER M;QUAZI A;KHAN I	ADOPTION OF SUSTAINABLE TECHNOLOGY IN THE MALAYSIAN SMES SECTOR: DOES THE ROLE OF GOVERNMENT MATTER?	2020	INFORMATION	23
	CEPTUREANU SI;CEPTUREANU EG;POPESCU D;ORZAN OA	ECO-INNOVATION CAPABILITY AND SUSTAINABILITY DRIVEN INNOVATION PRACTICES IN ROMANIAN SMES	2020	SUSTAINABILITY	21

	POLAS MRH;KABIR AI;SOHEL-UZ-ZAMAN ASM;KARIM R;TABASH MI	BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AS A GAME CHANGER FOR GREEN INNOVATION: GREEN ENTREPRENEURSHIP[...]	2022	JOU. OF OPEN INNOVATION: TECHNOLOGY [...]	4
9	STURM B;MEYERS S;ZHANG Y;LAW R;SIQUEIROS VALENCIA EJ	PROCESS INTENSIFICATION AND INTEGRATION OF SOLAR HEAT GENERATION IN THE CHINESE CONDIMENT SECTOR - A CASE STUDY [...]	2015	ENERGY CONVERSION AND MANAGEMENT	20
	LALITH PANKAJ RAJ GN;KIRUBAKARAN V	ENERGY EFFICIENCY ENHANCEMENT AND CLIMATE CHANGE MITIGATIONS OF SMES THROUGH GRID [...]	2021	INTERNATIONAL JOURNAL OF PHOTOENERGY	17
	PEFFLEY TB;PEARCE JM	THE POTENTIAL FOR GRID DEFECTION OF SMALL AND MEDIUM SIZED ENTERPRISES USING SOLAR PHOTOVOLTAIC [...]	2020	RENEWABLE ENERGY	16
10	HASANBEIGI A;PRICE L	A REVIEW OF ENERGY USE AND ENERGY EFFICIENCY TECHNOLOGIES FOR THE TEXTILE INDUSTRY	2012	RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS	148
	HONG T;PIETTE MA;CHEN Y;LEE SH;TAYLOR-LANGE SC	COMMERCIAL BUILDING ENERGY SAVER: AN ENERGY RETROFIT ANALYSIS TOOLKIT	2015	APPLIED ENERGY	127
	WOHLFARTH K;WORRELL E;EICHHAMMER W	ENERGY EFFICIENCY AND DEMAND RESPONSE – TWO SIDES OF THE SAME COIN?	2020	ENERGY POLICY	39
	ERRIGO A;CHOI J-K;KISSOCK K	TECHNO-ECONOMIC-ENVIRONMENTAL IMPACTS OF INDUSTRIAL ENERGY ASSESSMENT: SUSTAINABLE INDUSTRIAL [...]	2022	SUSTAINABLE ENERGY TEC. AND ASSESSMENTS	19
	O'RIELLY K;JESWIET J	THE NEED FOR BETTER ENERGY MONITORING WITHIN INDUSTRY	2015	PROCEDIA CIRP	18
	TALLINI A;CEDOLA L	EVALUATION METHODOLOGY FOR ENERGY EFFICIENCY MEASURES IN INDUSTRY AND SERVICE SECTOR	2016	ENERGY PROCEDIA	18
	GARAY R;CHICA JA;APRAIZ I;CAMPOS JM;TEADO B;URIARTE A	ENERGY EFFICIENCY ACHIEVEMENTS IN 5 YEARS THROUGH EXPERIMENTAL RESEARCH IN KUBIK	2015	ENERGY PROCEDIA	13
	TSENG Y-C;LEE D;LIN C-F;CHANG C-Y	THE ENERGY SAVINGS AND ENVIRONMENTAL BENEFITS FOR SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES BY CLOUD [...]	2016	SUSTAINABILITY	13
	TRIANNI A;CAGNO E	DIFFUSION OF MOTOR SYSTEMS ENERGY EFFICIENCY MEASURES: AN EMPIRICAL STUDY WITHIN ITALIAN MANUFACTURING SMES	2015	ENERGY PROCEDIA	9
	PRUKVILAILERT M;WANGSKARN P	ENERGY CONSERVATION POTENTIAL IN SMES OF THAILAND	2011	ENERGY PROCEDIA	6

	WONGSAPAI W;FONGSAMOOTR T;CHAICHANA C	EVALUATION OF ENERGY SAVING POTENTIAL FOR SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES (SMES) IN THAILAND	2017	ENERGY PROCEDIA	4
	CAMPOS J;VALENCIA GE;CARDENAS YD	TEN SYSTEMIC STEPS FOR SUSTAINABLE ENERGY SAVINGS IN SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES	2018	JOURNAL OF PHYSICS: CONF.SERIES	0
11	THOLLANDER P;DANESTIG M;ROHDIN P	ENERGY POLICIES FOR INCREASED INDUSTRIAL ENERGY EFFICIENCY: EVALUATION OF A LOCAL ENERGY PROGRAMME [...]	2007	ENERGY POLICY	228
	MARCHI B;ZANONI S	SUPPLY CHAIN MANAGEMENT FOR IMPROVED ENERGY EFFICIENCY: REVIEW AND OPPORTUNITIES	2017	ENERGIES	93
	THOLLANDER P;DOTZAUER E	AN ENERGY EFFICIENCY PROGRAM FOR SWEDISH INDUSTRIAL SMALL- AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES	2010	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	70
	BACKLUND S;THOLLANDER P	IMPACT AFTER THREE YEARS OF THE SWEDISH ENERGY AUDIT PROGRAM	2015	ENERGY	55
	PALM J	PLACING BARRIERS TO INDUSTRIAL ENERGY EFFICIENCY IN A SOCIAL CONTEXT: A DISCUSSION OF LIFESTYLE CATEGORISATION	2009	ENERGY EFFICIENCY	41
	PALM J;BACKMAN F	ENERGY EFFICIENCY IN SMES: OVERCOMING THE COMMUNICATION BARRIER	2020	ENERGY EFFICIENCY	33
	JOHANSSON I;MARDAN N;CORNELIS E;KIMURA O;THOLLANDER P	DESIGNING POLICIES AND PROGRAMMES FOR IMPROVED ENERGY EFFICIENCY IN INDUSTRIAL SMES	2019	ENERGIES	33
	BACKMAN F	BARRIERS TO ENERGY EFFICIENCY IN SWEDISH NON-ENERGY-INTENSIVE MICRO- AND SMALL-SIZED ENTERPRISES [...]	2017	ENERGIES	33
	THOLLANDER P;KIMURA O;WAKABAYASHI M;ROHDIN P	A REVIEW OF INDUSTRIAL ENERGY AND CLIMATE POLICIES IN JAPAN AND SWEDEN WITH EMPHASIS TOWARDS SMES	2015	RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS	33
	PARAMONOVA S;THOLLANDER P	ENERGY-EFFICIENCY NETWORKS FOR SMES: LEARNING FROM THE SWEDISH EXPERIENCE	2016	RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS	29
	PARAMONOVA S;THOLLANDER P	EX-POST IMPACT AND PROCESS EVALUATION OF THE SWEDISH ENERGY AUDIT POLICY PROGRAMME [...]	2016	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	25
	KÖNIG W;LÖBBE S;BÜTTNER S;SCHNEIDER C	ESTABLISHING ENERGY EFFICIENCY⇔DRIVERS FOR ENERGY EFFICIENCY IN GERMAN MANUFACTURING [...]	2020	ENERGIES	19

	WANG Y;LI K;GAN S;CAMERON C	ANALYSIS OF ENERGY SAVING POTENTIALS IN INTELLIGENT MANUFACTURING: A CASE STUDY OF BAKERY PLANTS	2019	ENERGY	12
	JALO N;JOHANSSON I;ANDREI M;NEHLER T;THOLLANDER P	BARRIERS TO AND DRIVERS OF ENERGY MANAGEMENT IN SWEDISH SMES	2021	ENERGIES	5
	FATIMA Z;OKSMAN V;LAHDELMA R	ENABLING SMALL MEDIUM ENTERPRISES (SMES) TO BECOME LEADERS IN ENERGY EFFICIENCY USING [...]	2021	SUSTAINABILITY	4
	TIEP LT;HUAN NQ;HONG TTT	ENERGY EFFICIENCY: DETERMINANTS AND ROLES ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN EMERGING COUNTRY	2021	INT. JOU. OF ENERGY ECON. AND POLICY	3
	ACKAH I;KIZYS R	ANALYSIS OF ENERGY EFFICIENCY PRACTICES OF SMES IN RURAL GHANA: AN APPLICATION [...]	2018	ENERGY EFFICIENCY	2
	MILLÁN G;RQIQ Y;LLANO E;BALLESTÍN V;NEUSEL L;DURAND A	ENERGY EFFICIENCY ENGAGEMENT TRAINING IN SMES: A CASE STUDY IN THE AUTOMOTIVE SECTOR	2022	SUSTAINABILITY	1
	BRUNORO S;BIZZARRI G;FERRARI L	ENERGY EFFICIENT INDUSTRIAL PARKS COOPERATION: THE CASE STUDY OF FABBRICO AND ROLO IN REGGIO EMILIA, ITALY	2019	INT. JOU. OF SMART GRID AND CLEAN ENERGY	1
12	BLUNDEL R;MONAGHAN A;THOMAS C	SMES AND ENVIRONMENTAL RESPONSIBILITY: A POLICY PERSPECTIVE	2013	BUSINESS ETHICS	35
	BERNAT T;FLASZEWSKA S;LISOWSKI B;LISOWSKA R;SZYMAŃSKA K	FINANCING RESPONSIBLE SMALL- AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES: AN INTERNATIONAL OVERVIEW OF POLICIES [...]	2022	INT. JOU. OF SMART GRID AND CLEAN ENERGY	10
	ONU P;MBOHWA C	SUSTAINABLE PRODUCTION: NEW THINKING FOR SMES	2019	JOURNAL OF PHYSICS: CONF. SERIES	5
13	SOEPARDI A;THOLLANDER P	ANALYSIS OF RELATIONSHIPS AMONG ORGANIZATIONAL BARRIERS TO ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT [...]	2018	SUSTAINABILITY	24
	DONG J;HUO H	IDENTIFICATION OF FINANCING BARRIERS TO ENERGY EFFICIENCY IN SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES [...]	2017	ENERGIES	18
	HASSEN S;GEBREHIWOT T;AREGA T	DETERMINANTS OF ENTERPRISES USE OF ENERGY EFFICIENT TECHNOLOGIES: EVIDENCE FROM URBAN ETHIOPIA	2018	ENERGY POLICY	16
	SULAKATKO V	MODELLING THE TECHNICAL-ECONOMIC RELEVANCE OF THE ETICS CONSTRUCTION PROCESS	2018	BUILDINGS	3

	SUMBODO W;KRISWANTO;SETIYAWAN A;PAMIYANTO J;HADIKAWURYAN DH;WIDODO RD;JAMARI J	DESIGN AND PRODUCTION OF MULTIFUNCTIONAL FOOD OVEN WITH ENERGY-SAVING GAS FUEL	2022	IOP CONF.SERIES: EARTH AND ENVIR.L SCIENCE	0
14	FERNÁNDEZ-VIÑÉ MB;GÓMEZ-NAVARRO T;CAPUZ-RIZO SF	ECO-EFFICIENCY IN THE SMES OF VENEZUELA. CURRENT STATUS AND FUTURE PERSPECTIVES	2010	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	93
	OLIVEIRA NETO GCD;TUCCI HNP;CORREIA JMF;DA SILVA PC	ASSESSING THE IMPLEMENTATION OF CLEANER PRODUCTION AND COMPANY SIZES: SURVEY IN TEXTILE COMPANIES	2020	JOURNAL OF EM. FIBERS AND FABRICS	24
	VÁSQUEZ J;BRUNO G;SETTINERI L;AGUIRRE S	CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR EVALUATING THE ENVIRONMENTAL AWARENESS AND ECO-EFFICIENCY OF SMES	2018	PROCEDIA CIRP	5
15	THIEDE S;BOGDANSKI G;HERRMANN C	A SYSTEMATIC METHOD FOR INCREASING THE ENERGY AND RESOURCE EFFICIENCY IN MANUFACTURING COMPANIES	2012	PROCEDIA CIRP	74
	ROBINSON DC;SANDERS DA;MAZHARSOLOOK E	AMBIENT INTELLIGENCE FOR OPTIMAL MANUFACTURING AND ENERGY EFFICIENCY	2015	ASSEMBLY AUTOMATION	29
	SCHEL D;BAUER D;VAZQUEZ FG;SCHULZ F;BAUERNHANSL T	IT PLATFORM FOR ENERGY DEMAND SYNCHRONIZATION AMONG MANUFACTURING COMPANIES	2018	PROCEDIA CIRP	6
	SOSSENHEIMER J;VETTER O;STAHL T;WEYAND A;WEIGOLD M	HYBRID VIRTUAL METERING POINTS-A LOW-COST, NEAR REAL-TIME ENERGY AND RESOURCE FLOW MONITORING APPROACH [...]	2021	PROCEDIA CIRP	6
	MENGHI R;DOMIZIO GD;PAPETTI A;GERMANI M;MARCONI M	AN ENERGY ASSESSMENT METHOD FOR SMES: CASE STUDY OF AN ITALIAN MECHANICAL WORKSHOP	2020	PROCEDIA MANUFACTURING	3
	PAPETTI A;MARILUNGO E;GREGORI F;GERMANI M	DRIVING PROCESS INNOVATION: A STRUCTURED METHOD FOR IMPROVING EFFICIENCY IN SMES	2016	PROCEDIA CIRP	3
	MOURTZIS D;ANGELOPOULOS J;PANOPOULOS N	A COLLABORATIVE APPROACH ON ENERGY-BASED OFFERED SERVICES: ENERGY 4.0 ECOSYSTEMS	2021	PROCEDIA CIRP	1
16	O'KEEFFE JM;GILMOUR D;SIMPSON E	A NETWORK APPROACH TO OVERCOMING BARRIERS TO MARKET ENGAGEMENT FOR SMES IN ENERGY EFFICIENCY [...]	2016	ENERGY POLICY	23
	HAMPTON S	MAKING SENSE OF ENERGY MANAGEMENT PRACTICE: REFLECTIONS ON PROVIDING LOW CARBON SUPPORT TO THREE SMES IN THE UK	2019	ENERGY EFFICIENCY	20
	HAMPTON S	IT'S THE SOFT STUFF THAT'S HARD': INVESTIGATING THE ROLE PLAYED BY LOW CARBON SMALL- AND MEDIUM-SIZED [...]	2018	LOCAL ECONOMY	12

	WARREN P	THE POTENTIAL OF SMART TECHNOLOGIES AND MICRO-GENERATION IN UK SMES	2017	ENERGIES	11
	DECLICH A;QUINTI G;SIGNORE P	SME'S, ENERGY EFFICIENCY, INNOVATION: A REFLECTION ON MATERIALS AND ENERGY TRANSITION EMERGING FROM [...]	2020	MATERIAUX ET TECHNIQUES	6
	APFEL D;HERBES C	WHAT DRIVES SENEGALESE SMES TO ADOPT RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGIES? APPLYING AN EXTENDED [...]	2021	SUSTAINABILITY	4
	WÓJCIK-MAZUR A;WIELGÓRKA D;PIONTEK K	MANAGEMENT OF PHOTOVOLTAIC ENERGY EFFICIENCY IN SMES IN THE LIGHT OF THE CONCEPT OF CORPORATE SOCIAL [...]	2021	POLISH JOU.OF MANAGEMENT STUDIES	0
17	CHIEN F;NGO Q-T;HSU C-C;CHAU KY;IRAM R	ASSESSING THE MECHANISM OF BARRIERS TOWARDS GREEN FINANCE AND PUBLIC SPENDING [...]	2021	ENVIR. SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH	42
	DEY PK;MALESIOS C;CHOWDHURY S;SAHA K;BUDHWAR P;DE D	ADOPTION OF CIRCULAR ECONOMY PRACTICES IN SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES: EVIDENCE FROM EUROPE	2022	INT. JOU. OF PRODUCTION ECONOMICS	24
	CHATZISTAMOULOU N;TYLLIANAKIS E	COMMITMENT OF EUROPEAN SMES TO RESOURCE EFFICIENCY ACTIONS TO ACHIEVE SUSTAINABILITY [...]	2022	JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT	7
	KUMAR L;KAMIL I;AHMAD M;NAQVI SA;DEITCH MJ;AMJAD AQ	IN-HOUSE RESOURCE EFFICIENCY IMPROVEMENTS SUPPLEMENTING THE END OF PIPE TREATMENTS [...]	2022	FRONTIERS IN ENVIRONMENTAL SCIENCE	5
	CALVO N;MONJE-AMOR A;VILLARREAL O	WHEN YOUR VALUE PROPOSITION IS TO IMPROVE OTHERS' ENERGY EFFICIENCY: ANALYZING T[...]	2022	TECHNOLOGICAL FOREC. AND SOCIAL CHANGE	1
18	CAGNO E;RAMIREZ-PORTILLA A;TRIANNI A	LINKING ENERGY EFFICIENCY AND INNOVATION PRACTICES: EMPIRICAL EVIDENCE FROM THE FOUNDRY SECTOR	2015	ENERGY POLICY	63
	HJORTH SS;BREM AM	HOW TO ASSESS MARKET READINESS FOR AN INNOVATIVE SOLUTION: THE CASE OF HEAT RECOVERY TECHNOLOGIES FOR SMES	2016	SUSTAINABILITY	30
	SHI Y;ZENG Y;ENGO J;HAN B;LI Y;MUEHLEISEN RT	LEVERAGING INTER-FIRM INFLUENCE IN THE DIFFUSION OF ENERGY EFFICIENCY TECHNOLOGIES: AN AGENT-BASED MODEL	2020	APPLIED ENERGY	15
	RAMIREZ-PORTILLA A;CAGNO E;TRIANNI A	IS INNOVATION AN ENABLER OF ENERGY EFFICIENCY? AN EXPLORATORY STUDY OF THE FOUNDRY SECTOR	2014	ENERGY PROCEDIA	11
	GĄSIOR A;GRABOWSKI J;ROPĘGA J;WALECKA A	CREATING A COMPETITIVE ADVANTAGE FOR MICRO AND SMALL ENTERPRISES BASED ON ECO-INNOVATION [...]	2022	ENERGIES	1

	BERNAT T;FLASZEWSKA S;LISOWSKI B;LISOWSKA R;SZYMAŃSKA K	FACING ENVIRONMENTAL GOALS FOR ENERGY-EFFICIENCY IMPROVEMENTS IN MICRO AND SMALL ENTERPRISES [...]	2022	ENERGIES	0
19	TRIANNI A;CAGNO E;FARNÉ S	BARRIERS, DRIVERS AND DECISION-MAKING PROCESS FOR INDUSTRIAL ENERGY EFFICIENCY: A BROAD STUDY [...]	2016	APPLIED ENERGY	233
	CAGNO E;TRIANNI A	EVALUATING THE BARRIERS TO SPECIFIC INDUSTRIAL ENERGY EFFICIENCY MEASURES: AN EXPLORATORY STUDY [...]	2014	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	118
	MEATH C;LINNENLUECKE M;GRIFFITHS A	BARRIERS AND MOTIVATORS TO THE ADOPTION OF ENERGY SAVINGS MEASURES FOR SMALL- AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES [...]	2016	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	69
	THOLLANDER P;PARAMONOVA S;CORNELIS E;KIMURA O;TRIANNI A	INTERNATIONAL STUDY ON ENERGY END-USE DATA AMONG INDUSTRIAL SMES [...]	2015	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	56
	CAGNO E;TRIANNI A;SPALLINA G;MARCHESANI F	DRIVERS FOR ENERGY EFFICIENCY AND THEIR EFFECT ON BARRIERS: EMPIRICAL EVIDENCE FROM ITALIAN MANUFACTURING ENTERPRISES	2017	ENERGY EFFICIENCY	47
	ANDERSSON E;ARFWIDSSON O;THOLLANDER P	BENCHMARKING ENERGY PERFORMANCE OF INDUSTRIAL SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES USING AN ENERGY EFFICIENCY [...]	2018	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	42
	TRIANNI A;CAGNO E;FARNÈ S	AN EMPIRICAL INVESTIGATION OF BARRIERS, DRIVERS AND PRACTICES FOR ENERGY EFFICIENCY [...]	2014	ENERGY PROCEDIA	26
	PEREIRA IPC;FERREIRA FAF;PEREIRA LF;GOVINDAN K	A FUZZY COGNITIVE MAPPING-SYSTEM DYNAMICS APPROACH TO ENERGY-CHANGE IMPACTS ON THE SUSTAINABILITY [...]	2020	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	26
	JALO N;JOHANSSON I;KANCHIRALLA FM;THOLLANDER P	DO ENERGY EFFICIENCY NETWORKS HELP REDUCE BARRIERS TO ENERGY EFFICIENCY? -A CASE STUDY [...]	2021	RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS	19
	URBANO EM;MARTINEZ-VIOL V;KAMPOUROPOULOS K;ROMERAL L	ENERGY-INVESTMENT DECISION-MAKING FOR INDUSTRY: QUANTITATIVE AND QUALITATIVE RISKS INTEGRATED ANALYSIS	2021	SUSTAINABILITY	2