DE 14 À 19 DE OUTUBRO DE 2024
DEL 14 AL 19 DE OCTUBRE DE 2024
V SLACTIA
SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM AGROPECUÁRIA
SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN LA AGROPECUARIA

RECURSOS NATURAIS E PROTEÇÃO AMBIENTAL

REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Darlene Gomes Baêta [1]
Cezar Augusto Miranda Guedes [2]
Cicero Augusto Prudencio Pimenteira [3]

Resumo: O uso indiscriminado dos recursos naturais intensifica o aquecimento global, tema de preocupação mundial, pois pode gerar desastres com danos imensuráveis à vida, além de afetar gravemente o patrimônio material e imaterial, a produção agropecuária, o abastecimento e sobrecarregar os recursos fiscais do Estado. Diante disso, o objetivo deste estudo é fornecer informações sobre eficiência energética como estratégia para mitigação das mudanças climáticas. Para tanto, o procedimento metodológico adotado foi Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Os achados desta pesquisa indicam que práticas de Eficiência Energética podem gerar resultados significativos para mitigação das mudanças climáticas, além de promover ganhos econômicos. Para tanto, é necessário a atuação conjunta entre o setor público e privado.

Palavras-chave: Eficiência Energética, Mudanças Climáticas, Processo Industrial, Produção Mais Limpa, Políticas Públicas.

[1] Mestre em Administração; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ); dgomesbaeta@gmail.com
[2] Doutor em Economia de Empresas.; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ); cezar.eco@gmail.com
[3] Doutor em Planejamento Energético; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ); cicero@ufrrj.br

1. INTRODUÇÃO

A mudança climática, uma crise ambiental global, é em grande parte causada pela emissão de gases de efeito estufa (GEE) provenientes da queima de combustíveis fósseis, especialmente nas indústrias, setores de transporte e geração de eletricidade (SIMSEK et al., 2020; MAZZUCATO, 2014). As emissões de GEE continuam a crescer globalmente (NIŽETIĆ et al., 2019). Além disso, projeta-se que a demanda por eletricidade aumente cerca de 67% até 2040, com um crescimento médio anual de 2%. A participação dos combustíveis fósseis na demanda global de energia primária continuará dominante, embora sua proporção diminua de 81% para 74% entre 2014 e 2040 (ÖZER; GÜVEN, 2021; SIMSEK et al., 2020).

A construção de um sistema industrial sustentável perpassa por tecnologia e inovação para reduzir o consumo de materiais para bens e serviços; intensificar a reciclagem de materiais; aumentar a eficiência energética e maximizar o uso sustentável de recursos naturais (DE SOUZA COSTA et al., 2021). Para Mazzucato (2014), também é necessário um Estado ativo, que invista no desenvolvimento de tecnologias limpas, apesar das incertezas da inovação, já que o setor empresarial comumente apresenta aversão ao risco.

Essa perspectiva refuta a ideia de que o Estado deve atuar apenas como um consertador de falhas de mercado, assim como a ideia de que mercados competitivos, se deixados sem intervenção, são sempre capazes de gerar resultados ótimos. Logo, atribui ao Estado o papel de empreendedor à medida que assume um alto nível de tomada de risco. Cabe mencionar que as empresas tendem a entrar em novos setores somente após o alto risco e a incerteza terem sido absorvidos pelo setor público. Como exemplos disso, é possível citar a revolução da tecnologia de informação (TI), da indústria de biotecnologia, da nanotecnologia e do emergente setor de tecnologia limpa. Somando-se a isso, os fundos privados de capital de risco tendem a promover financiamento para empresas em estágio intermediário, ou seja, que provavelmente recebeu um financiamento por programas públicos em seu estágio inicial (MAZZUCATO, 2014).

Em virtude dos fatos mencionados e considerando que pessoas pensam, agem, sentem e se organizam através de regras e práticas derivadas de instrumentos legais (KHORASANIZADEH et al., 2016) e que esses instrumentos podem promover a construção de um sistema industrial sustentável, este trabalho tem como objetivo geral fornecer informações sobre eficiência energética para mitigação das mudanças climáticas. Oferecendo assim, direções para que os agentes públicos possam lidar com esse desafio global. Espera-se que a análise gere contribuições importantes nos campos social, teórico e gerencial.

Como objetivos específicos, a presente pesquisa pretende: (1) Discorrer sobre a influência das políticas públicas na promoção da eficiência energética, destacando sua importância para a sustentabilidade e a mitigação das mudanças climáticas; (1) Conceituar a Eficiência Energética, identificando resultados na prática.

Trata-se de um tema relevante por, pelo menos, três aspectos: i) O tema é de preocupação mundial, incluso na Agenda 2030 das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (GREGORIO et al., 2018; MUNGUIA et al., 2020); ii) alinha-se com a Política Nacional sobre Mudança do Clima que está comprometida com o alcance da meta de redução de 37% nas emissões de Gases de Efeito Estufa até 2025 (IPEA, 2019); iii) promove crescimento econômico (MAZZUCATO, 2014).

2. METODOLOGIA

Para atender o objetivo proposto, a pesquisa se configura com a natureza aplicada, abordagem do problema predominantemente qualitativa, descritiva enquanto objetivo, incorporando pesquisa bibliográfica e documental como procedimentos técnicos. A pesquisa documental foi definida como a revisão da literatura de artigos científicos sobre o tema, provenientes de periódicos da Web Of Science (WoS). A escolha desse banco de dados se justifica por ser o recurso de citação mais antigo, possuindo o monopólio por mais de 40 anos consecutivos (ADRIAANSE; RENSLEIGH, 2013; AGHAEI CHADEGANI et al., 2013 ; BAR-ILAN, 2010; VIEIRA; GOMES, 2009).

Conforme Tabela 1, a pesquisa documental identificou todos os artigos publicados a partir de 01 de janeiro de 1945 até 31 de agosto de 2020, sendo a busca realizada por meio de "pesquisa avançada" na Web of Science. Os termos foram buscados nos títulos, resumos e palavras-chave para artigos publicados na língua inglesa.

Tabela 1: Resumo da pesquisa no banco de dados da Web of Sciences (1945-2020).

Termos	Campo	Tipo de documento	Idioma	Quantidade
"produção mais limpa" e "eficiência energética"	títulos, resumos e palavras-chave	artigo ou revisão	inglês	137
"produção mais limpa" e "gestão da água"	títulos, resumos e palavras-chave	artigo ou revisão	inglês	30
"produção mais limpa" e "química sustentável"	títulos, resumos e palavras-chave	artigo ou revisão	inglês	6
"produção mais limpa" e "engenharia sustentável"	títulos, resumos e palavras-chave	artigo ou revisão	inglês	3
"produção mais limpa" e "eliminação de resíduos"	títulos, resumos e palavras-chave	artigo ou revisão	inglês	2
"produção mais limpa" e "construção sustentável"	títulos, resumos e palavras-chave	artigo ou revisão	inglês	0
"produção mais limpa" e "redução e eliminação de substâncias tóxicas"	títulos, resumos e palavras-chave	artigo ou revisão	inglês	0
"produção mais limpa" e "manuseio de material aprimorado"	títulos, resumos e palavras-chave	artigo ou revisão	inglês	0
"produção mais limpa" e "nexo ambiental"	títulos, resumos e palavras-chave	artigo ou revisão	inglês	0

Fonte: Elaboração Própria.

Como limitação dessa etapa, tem-se que os artigos que não utilizaram nenhum dos argumentos da pesquisa no título, resumo ou palavras-chave ao menos uma vez, não tiveram seus trabalhos relacionados para o presente estudo. O número de artigos encontrados nessa etapa, após a eliminação de artigos em duplicidade, foi de 174. O material coletado foi exportado para o *Mendeley*, *software* gerenciador de referências produzido pela *Elsevier*. Esse *software* foi utilizado para organizar, gerenciar e facilitar a análise e a resposta à questão de pesquisa.

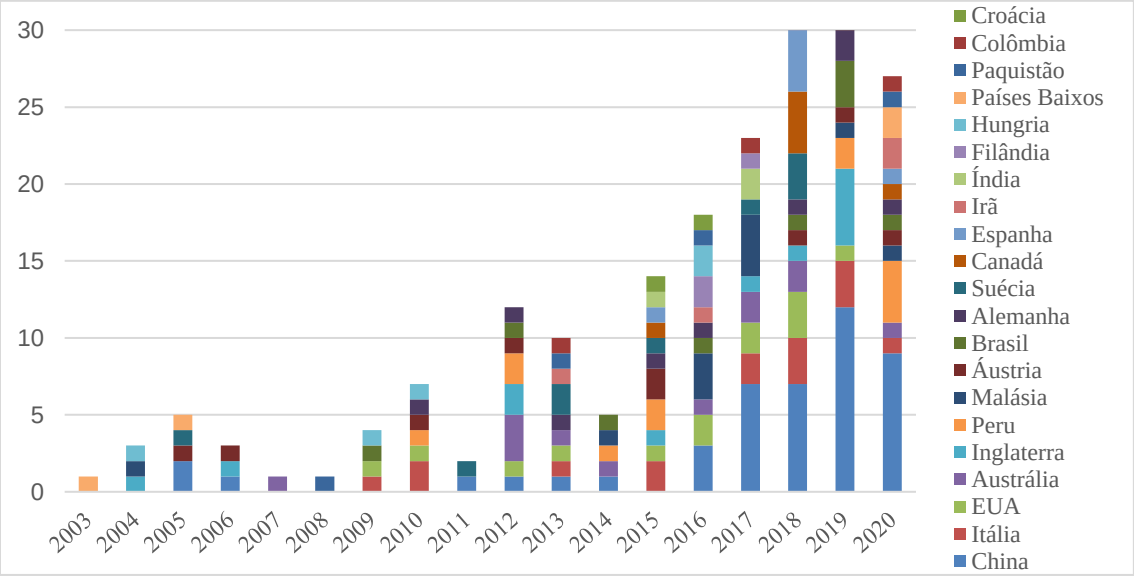
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Países emergentes, em desenvolvimento e subdesenvolvidos buscam melhorar a qualidade de vida de suas populações. Paralelamente, os países desenvolvidos não estão dispostos a reduzir seu atual padrão de vida. Em virtude disso, há um aumento contínuo na demanda mundial por produtos (SANGWAN; MITTAL, 2015). Diante desse contexto, Mazzucato (2014) defende que o sistema industrial atual precisa ser transformado radicalmente por meio de uma revolução industrial verde, que insira tecnologias de energia limpa e não poluentes no processo produtivo.

No início do século XXI, inúmeros governos ao redor do mundo têm direcionado esforços para aumentar o volume de pesquisa e desenvolvimento (P&D) em tecnologias limpas de produção com intuito de direcionar políticas tanto para o lado da demanda, que são normas ambientais impactando os padrões de consumo de energia, quanto para o lado da oferta, que focam na forma como a energia é gerada e distribuída, influenciando a inovação tecnológica e sua rápida adoção (MAZZUCATO, 2014).

A Figura 1 apresenta a distribuição geográfica da prática de produção mais limpa em todo o mundo, conforme o vínculo regional dos pesquisadores dessa temática. Os pesquisadores que mais desenvolvem pesquisas sobre produção mais limpa estão concentrados na China, seguida da Itália e dos Estados Unidos da América, com 45, 15 e 13 publicações respectivamente, no espaço temporal entre os anos de 2003 e 2020.

Figura 1: Número anual de artigos publicados na Web of Science (21 principais países /regiões).



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da plataforma Web of Science.

O contexto geográfico, assim como econômico, político e social, podem interferir nos resultados das pesquisas, o que inclui a definição de diretrizes, barreiras e contribuições para um sistema industrial sustentável. Corroborando com essa ideia, Mazzucato (2014) defende que os países têm reagido de maneiras diferentes ao desafio de desenvolver uma economia verde. Alguns estão liderando, enquanto outros estão ficando para trás. Tendo em vista que os investimentos em inovação se acumulam e os resultados são historicamente dependentes, é provável que os líderes emergentes continuem a liderar por muitos anos.

No que diz respeito as inovações tecnológicas, há uma complexidade no processo inovador, principalmente na proposição de soluções para problemas que requerem uma abordagem interdisciplinar para decisões mais assertivas (GLUCH et al., 2013). Além disso, segundo Khorasanizadeh et al. (2016), para uma maior adesão às tecnologias verdes, é necessário divulgar benefícios tangíveis para o consumidor, propondo tecnologias de fácil usabilidade, que demandem pouco aprendizado e poucas mudanças no comportamento ou estilo de vida.

Todavia segundo Mazzucato (2014), existem poucas inovações completamente novas quando se trata de tecnologias limpas, pois no passado, há mais de cem anos, já utilizávamos fontes de energia hoje consideradas limpas, como a hidrelétrica, eólica e de biomassa. Apesar do conhecimento prévio e atual sobre essas tecnologias, o apoio governamental ao longo dos anos para integrar essas fontes no mix energético tem sido inconsistente ou ausente.

A eficiência energética reduz o desperdício de energia e mitiga a criação de ambientes perigosos que contribui para o efeito estufa e mudanças climáticas. A Tabela 2 amplia o entendimento sobre o conceito de eficiência energética conforme a revisão da literatura e aplicações práticas.

Tabela 2: Definição de Eficiência Energética.

Definição de Eficiência Energética	**Autores**
01. Eficiência energética visa reduzir a demanda de energia através de medidas bem planejadas e definidas para o uso mais racional e sustentável da energia disponível, como ocorreu com sucesso na Dinamarca, Finlândia e Suíça.	Simsek et al. (2020)
02. Eficiência energética é a estratégia de operar processos industriais, como a destilação de petróleo, de forma mais sustentável, maximizando a produção de produtos de alto valor enquanto minimiza o consumo de energia, por meio do ajuste de parâmetros operacionais críticos.	Yang et al. (2020)
03. Eficiência energética busca otimizar o uso de energia em sistemas industriais, como em um sistema aprimorado de parboilização de arroz, o que leva a economias significativas em recursos, como água e combustível, e à redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE).	Chakrovorty et al. (2020)
04. Eficiência energética permite minimizar desperdícios e reduzir custos, mantendo a performance desejada, contribuindo para o crescimento econômico e sustentável.	Mickovic e Wouters, (2020)
05. Eficiência energética é uma condição para gerar vantagens econômicas para as empresas e, ao mesmo tempo, contribuir para a solução de desafios globais, como a crise energética e a poluição atmosférica, considerando que as empresas manufatureiras modernas consomem uma quantidade significativa de energia anualmente.	Shi et al. (2019)

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da plataforma Web of Science.

Diante das definições apresentadas, é notória a relevância da eficiência energética para promover ganhos ambientais e econômicos, necessitando da atuação conjunta ente o setor público e privado. No estudo de YANG et al. (2020), em uma unidade de destilação de petróleo que processa grandes volumes de petróleo bruto e consome muita energia, foi proposto o uso de um algoritmo de otimização. Esse algoritmo automatiza a busca por alternativas operacionais e detalha os custos de energia, permitindo ajustar parâmetros críticos como vazões de vapor e temperatura do forno para melhorar a eficiência energética em comparação com métodos tradicionais.

De acordo com a pesquisa de Chakrovorty et al. (2020), a eficiência energética aplicada em um sistema aprimorado de parboilização de arroz pode economizar 38% de água e 43% de combustível fóssil em comparação com sistemas convencionais, além de reduzir consideravelmente as emissões de dióxido de carbono (CO_2).

4. CONCLUSÕES

A pesquisa apresenta contribuições significativas em três âmbitos principais: social, teórico e gerencial. No âmbito social, ela busca ampliar o entendimento da comunidade acadêmica sobre a importância de um sistema industrial sustentável. Ao fomentar a conscientização ambiental, espera-se que a pesquisa promova discussões e reflexões sobre a necessidade de adotar práticas mais responsáveis no uso da energia. Essa conscientização é importante para que a sociedade compreenda os desafios impostos pelas mudanças climáticas e a urgência de mitigar seus efeitos por meio de soluções energéticas eficientes. Em termos teóricos, a pesquisa fornece percepções sobre os benefícios do uso racional da energia, o que contribui para futuras pesquisas. No âmbito gerencial, a pesquisa visa oferecer direções para a Administração Pública na formulação e implementação de políticas públicas voltadas à prevenção e gestão de desastres climáticos. A pesquisa também pretende ajudar gestores a adotar práticas sustentáveis no uso da energia, contribuindo para um planejamento mais estratégico e alinhado com as metas de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE).

REFERÊNCIAS

S. ADRIAANSE, Leslie; RENSLEIGH, Chris. Web of Science, Scopus and Google Scholar: A content comprehensiveness comparison. **The Electronic Library**, v. 31, n. 6, p. 727-744, 2013. DOI: https://doi.org/10.1108/EL-12-2011-0174

AGHAEI CHADEGANI, A.; SALEHI, H.; MD YUNUS, M. M.; FARHADI, H.; FOOLADI, M.; FARHADI, M.; ALE EBRAHIM, N. A comparison between two main academic literature collections: Web of science and scopus databases. **Asian Social Science**, v. 9, n. 5, p. 18-26, 2013. DOI: https://doi.org/10.5539/ass.v9n5p18.

BAR-ILAN, J. Citations to the “Introduction to informetrics” indexed by WOS, Scopus and Google Scholar. **Scientometrics**, v. 82, n. 3, p. 495-506, 2010. DOI: https://doi.org/10.1007/s11192-010-0185-9.

CHAKROVORTY, R. S.; ROY, R.; FORHAD, H. M.; ALAM, R.; ZINNAH, M. A.; MONIRUZZAMAN, M.; SAHA, B. Modification of conventional rice parboiling boiler to enhance efficiency and achieve sustainability in the rice parboiling industries of Bangladesh. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 139, p. 114-123, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.04.024.

DE SOUZA COSTA, I.; CARDOSO DE OLIVEIRA NETO, G.; RODRIGUES LEITE, R. How does the use of PPC tools/activities improve eco-efficiency? A systematic literature review. **Production Planning and Control**, v. 32, n. 7, p. 526-548, 2021. DOI: https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1743890.

GLUCH, P.; JOHANSSON, K.; RÄISÄNEN, C. Knowledge sharing and learning across community boundaries in an arena for energy efficient buildings. **Journal of Cleaner Production**, v. 48, p. 232-240, 2013. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.10.020.

GREGORIO, V. F.; PIÉ, L.; TERCEÑO, A. A systematic literature review of bio, green and circular economy trends in publications in the field of economics and business management. **Sustainability (Switzerland)**, v. 10, n. 11, 2018. DOI: https://doi.org/10.3390/su10114232.

OLIVEIRA, Valéria Rezende de; SILVA, Enid Rocha Andrade da. Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos: o que mostra o retrato do Brasil?. 2019.

IPEA. ODS 13 - Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos - o que mostra o retrato do Brasil? Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Ministério da Economia, 2019. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9407. Acesso em 21/07/2024.

KHORASANIZADEH, H.; HONARPOUR, A.; PARK, M. S. A.; PARKKINEN, J.; PARTHIBAN, R. Adoption factors of cleaner production technology in a developing country: energy efficient lighting in Malaysia. **Journal of Cleaner Production**, v. 131, p. 97-106, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.070.

MAZZUCATO, Mariana. O estado empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado. **Portfolio-Penguin**, 2014.

MICKOVIC, A.; WOUTERS, M. Energy costs information in manufacturing companies: uma revisão sistemática da literatura. **Journal of Cleaner Production**, v. 254, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119927.

MUNGUIA, N.; ESQUER, J.; GUZMAN, H.; HERRERA, J.; GUTIERREZ-RUELAS, J.; VELAZQUEZ, L. Energy efficiency in public buildings: um passo em direção à agenda da ONU 2030 para o desenvolvimento sustentável. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 3, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su12031212.

NIŽETIĆ, S.; DJILALI, N.; PAPADOPOULOS, A.; RODRIGUES, J. J. P. C. Smart technologies for promotion of energy efficiency, utilization of sustainable resources and waste management. **Journal of Cleaner Production**, v. 231, p. 565-591, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.397.

ÖZER, B.; GÜVEN, B. Energy efficiency analyses in a Turkish fabric dyeing factory. **Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects**, v. 43, n. 7, p. 852-874, 2021.

SANGWAN, K. S.; MITTAL, V. K. A bibliometric analysis of green manufacturing and similar frameworks. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 26, n. 4, p. 566-587, 2015. DOI: https://doi.org/10.1108/MEQ-02-2014-0020.

SHI, K. N. et al. An improved cutting power-based model for evaluating total energy consumption in general end milling process. **Journal of Cleaner Production**, v. 231, p. 1330-1341, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.323.

SIMSEK, Y. et al. Comparison of energy scenario alternatives for Chile: Towards low-carbon energy transition by 2030. **Energy**, v. 206, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118021.

VIEIRA, E. S.; GOMES, J. A. N. F. A comparison of Scopus and Web of Science for a typical university. **Scientometrics**, v. 81, n. 2, p. 587-600, 2009. DOI: https://doi.org/10.1007/s11192-009-2178-0.

YANG, K.; LIU, S.; HE, C.; ZHANG, B.; CHEN, Q.; PAN, M. Improving energy saving of crude oil distillation units with optimal operations. **Journal of Cleaner Production**, v. 263, p. 121340, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121340.