



De 11 a 14 - NOVEMBRO DE 2024

**Inteligência Artificial
na Gestão de Operações:**
Limitações e possibilidades



VINCULANDO A COMPLEXIDADE ECONÔMICA E A SUSTENTABILIDADE: UMA REVISÃO

TALITA BORGES TEIXEIRA - talitaborgesteixeira@gmail.com
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP - BAURU-FEB

ADRIANO ALVES TEIXEIRA – aatadrianobirigui@gmail.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO SUL – UFMS – TRÊS LAGOAS
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP - BAURU-FEB

ANTÔNIO MARCOS ALVES TEIXEIRA – amat030286@gmail.com
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP - BAURU-FEB

FABIANE VICENTINI TEIXEIRA – fabianevt36@gmail.com
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP - BAURU-FEB

ROSANE APARECIDA GOMES BATTISTELLE – rosane.battistelle@unesp.br
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP - BAURU-FEB

ÁREA: 9. ENGENHARIA DA SUSTENTABILIDADE
SUBÁREA: 9.7 – DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

RESUMO: DURANTE ANOS NAÇÕES CONCENTRARAM SEUS ESFORÇOS NO FORTALECIMENTO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO PREJUDICANDO O CAPITAL NATURAL CIRCUNDANTE. DESENVOLVER-SE ECONOMICAMENTE SEM AGREDIR O MEIO AMBIENTE NÃO É UMA TAREFA SIMPLES. INVESTIR EM SUSTENTABILIDADE E ENFRENTAR OS DESAFIOS GLOBAIS SE TORNA ESSENCIAL PARA A SOBREVIVÊNCIA DA HUMANIDADE. ENTENDER AS SINERGIAS ENTRE A COMPLEXIDADE ECONOMICA E A SUSTENTABILIDADE PORTANTO SE TORNA IMPORTANTE. PARA TANTO O OBJETIVO PRINCIPAL DESTE TRABALHO FOI REALIZAR UMA ANÁLISE ABRANGENTE DA LITERATURA, FORNECENDO UM BREVE RESUMO DE SEUS PRINCIPAIS RESULTADOS E PROPOR UMA AGENDA DE PESQUISA FUTURA. NO TOTAL FORAM ENCONTRADOS 31 ARTIGOS QUE FORAM ANALISADOS, CLASSIFICADOS E CODIFICADOS. OS RESULTADOS APONTAM QUE, DE FATO, A COMPLEXIDADE ECONOMICA PODE APOIAR A SUSTENTABILIDADE E VICE-VERSA. A MAIOR CONTRIBUIÇÃO DESTA PESQUISA ESTÁ RELACIONADA AS RECOMENDAÇÕES DE PESQUISAS FUTURAS.

PALAVRAS-CHAVES: DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL; DESAFIOS GLOBAIS; DESEMPENHO AMBIENTAL; DESEMPENHO SOCIAL; DESEMPENHO ECONÔMICO.

1 INTRODUÇÃO

Durante décadas, nações ao redor do globo concentraram seus esforços no fortalecimento do desenvolvimento econômico em detrimento do capital natural circundante, resultando em preocupações ambientais críticas, incluindo a escassez de água potável, a perda de biodiversidade, o uso intensivo de combustíveis fósseis, a degradação dos recursos do solo, o aumento do nível do mar, a geração excessiva de resíduos e as mudanças climáticas esta última representando a ameaça mais devastadora que a humanidade já enfrentou (Qi et al., 2020).

Garantir ambientes sustentáveis já é tida como um evento global (Gyamfi et al., 2023). A crise ambiental resultante do aquecimento global e das alterações climáticas alcançou um patamar de ameaça notavelmente elevado na atualidade (Agozie et al., 2022). Ao longo das últimas décadas, a busca pela sustentabilidade ambiental emergiu como um desafio global para a humanidade, assim atividades socioeconômicas dos seres humanos continuam a exercer efeitos adversos no ambiente (Lee, Olasehinde-Williams, Gyamfi, 2023). Torna-se cada vez mais evidente que os desafios ambientais complexos enfrentados pela nossa ecologia derivam do aumento das emissões de carbono (Agozie et al., 2022).

Conforme divulgado pelo Painel Internacional sobre Mudanças Climáticas (IPCC), as emissões de poluentes experimentaram um aumento significativo desde a década de 1960 até os dias atuais. Portanto, a busca por limitar o aumento da temperatura a menos de 2 °C, de acordo com os níveis pré-industriais, demanda abordagens mais ousadas em comparação com as estratégias tradicionais (IPCC, 2021).

As iniciativas de crescimento econômico proporcionam extensos benefícios tanto econômicos quanto ambientais às sociedades (Gyamfi et al., 2023), porém na perspectiva da estratégia de decrescimento, frequentemente se argumenta que conciliar o crescimento econômico com a preservação da qualidade ambiental é um desafio (Hickel, Hallegatte 2022). Isso ocorre porque priorizar a proteção ambiental em vez do crescimento econômico pode ser percebido como contraproducente (Pollin, 2019).

Assim vários estudos recentes buscam entender qual o papel da complexidade econômica para a sustentabilidade ambiental. Ahmad, Satrovic (2023) utilizando método de regressão quantílica do Painel de Momentos de países da OCDE como uma de suas hipóteses buscando verificar se a complexidade econômica pode reduzir ou aumentar a sustentabilidade ambiental, como resultado constataram que na produção de produtos complexos a complexidade econômica comprometeu a sustentabilidade ambiental, impactando de forma

mais acentuada os membros menos eficientes em termos de energia e carbono da OCDE, e vice-versa. Este padrão sugere que a produção de produtos complexos está associada a uma intensiva utilização de energia, resultando em emissões de carbono mais elevadas.

Sun et al. (2022) com o objetivo de examinar a relação dinâmica entre o Índice de Complexidade Econômica (ICE), o Desenvolvimento Tecnológico (TIN), o Capital Humano (HC) e a qualidade ambiental na Índia, para a transição para um ambiente sustentável. Efetuaram a aplicação do modelo de Impactos Estocásticos por Regressão na População, Afluência e Tecnologia, como resultado a interação entre ambas as variáveis indica que a complexidade econômica está associada à transição para energias renováveis, resultando em uma redução mais significativa das emissões de carbono. Os resultados indicam a importância de elaborar estratégias para potenciais investimentos no setor de energias renováveis, alinhados com áreas como tecnologia, inovação, desenvolvimento de recursos humanos e pesquisa e desenvolvimento (I&D), contribuindo assim para a melhoria da complexidade econômica e da sustentabilidade ambiental.

Por outro lado, Adedoyin et al. (2022) empregaram uma técnica de regressão ARDL adaptada para seção transversal (CSARDL) em dados longitudinais de 120 economias globais entre 1996 e 2019, constatando que o aumento da complexidade econômica contribuiu para o impacto negativo no clima. Chu et al. (2023) analisaram dados das 23 economias com maior consumo de energia no período de 1997 a 2017, identificando impactos variados da complexidade econômica no uso de energia renovável.

Diante o exposto, constata-se que ambas as temáticas são relevantes para academia, gestores, governos e sociedade. De um lado a complexidade econômica que busca benefícios econômicos para o ambiente e para as pessoas, do outro lado a sustentabilidade que hoje é tida como essencial para a sobrevivência da humanidade.

Ao considerarmos a principal base de dados internacional, ou seja, Scopus, observamos uma escassez de artigos que tratam do assunto em questão. Apenas uma pesquisa, conduzida por Ferraz et al. em 2021, por meio de uma revisão sistemática da literatura, abordou vários temas dentre eles estas palavras chaves, porém, explorou de outra maneira o estado atual da arte no que diz respeito à complexidade econômica e sustentabilidade, diferente do proposto neste estudo. Assim, é necessário um estudo que integre e sistematize o conhecimento atual sobre a complexidade econômica e sustentabilidade, portanto esta pesquisa é orientada pela seguinte questão: Quais são as tendências de pesquisas e sinergias entre Complexidade Econômica e Sustentabilidade?

Assim, A motivação central desta pesquisa consiste em identificar, na base de dados Scopus, os artigos mais pertinentes relacionados ao tema em questão. O objetivo é realizar uma análise abrangente, classificação e codificação desses artigos, fornecendo um breve resumo de seus principais resultados e, propor uma agenda de pesquisa. Dessa forma, este estudo contribui de maneira significativa para o avanço de pesquisas sólidas acerca da complexidade econômica e sustentabilidade, exercendo influência nas decisões de governos, pesquisadores, empresas e gestores

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 COMPLEXIDADE ECONÔMICA

A complexidade econômica de uma nação é determinada com base na disseminação e diversidade de mercadorias que um país exporta para outros ou na medida em que outros países são capazes de fornecer produtos (levando em consideração a complexidade de cada país) (Hidalgo, 2021). O crescimento da complexidade econômica gera mais oportunidades, um ambiente de produção mais robusto e níveis mais altos de poluição. No entanto, quando a complexidade econômica atinge um nível suficientemente elevado, as reformas estruturais conduzem à formação de setores intensivos em conhecimento, demandando uma força de trabalho mais qualificada e proporcionando uma maior variedade de empregos (Swart, Brinkmann, 2020).

Inquestionavelmente, para alcançar a otimização do objetivo de crescimento econômico, a maioria das economias depende da utilização de recursos naturais para energia (Muhammad et al., 2021). À medida que as economias maduras atingem certos níveis críticos de crescimento econômico, começam a investir em especialização produtiva e sofisticação tecnológica, o que resulta em um aumento nos níveis de complexidade econômica (Ghosh et al., 2022). A excessiva ênfase no objetivo do crescimento econômico frequentemente resultou na negligência do meio ambiente em favor da sustentabilidade e do desenvolvimento (Ahmad et al., 2021). Nos últimos anos, a complexidade econômica (ECP) tem sido utilizada como variável explicativa na literatura de economia ambiental (Ahmed et al., 2022).

Doğan et al. (2021), por meio de novas abordagens de estimativa em painel, investigaram, no cenário das economias da OCDE (28 países) de 1990 a 2014, os efeitos do índice de complexidade econômica, do consumo de energia e da população nos padrões de emissões. O estudo corroborou a constatação de que a complexidade econômica e o uso de

energia proveniente de fontes renováveis têm um efeito redutor nas emissões para os países da OCDE.

Rafique et al (2022), aplicou estimadores de dados em painel, investigaram no cenário de 1980 a 2017, visando explorar a associação entre complexidade económica, capital humano, geração de energia renovável, urbanização, crescimento económico, qualidade das exportações, comércio e pegada ecológica para os dez principais países económicos complexos. As projeções de longo prazo indicam que a complexidade económica, o crescimento económico, a qualidade das exportações, o comércio e a urbanização contribuem para o aumento da pegada ecológica. Por outro lado, o capital humano e a geração de energia renovável desempenham um papel na mitigação dessa pegada ecológica. Concluíram que se investir em uma maior produção e consumo de energia renovável, além de uma utilização eficiente do capital humano, pode aprimorar a complexidade económica, a qualidade das exportações e o estado ambiental em países desenvolvidos e em desenvolvimento.

2.2 SUSTENTABILIDADE

O consumo deliberado de recursos naturais surgiu em decorrência do crescimento da economia nas últimas décadas e tem gerado graves problemas no meio ambiente, colocando assim a vida do planeta em risco (Gyamfi et al., 2023). Por conseguinte, esses problemas vêm ganhando uma força cada vez maior na mídia, de modo que muitas empresas e governos têm buscado desenvolver ações que conciliem o desenvolvimento económico com práticas mais sustentáveis a fim de reduzir o consumo de recursos da natureza (Severo, De Guimarães, Dorion, 2017).

O termo "sustentabilidade", inicialmente introduzido por Hans Carl Von Carlowitz nos círculos florestais alemães em 1713, conforme documentado em *Sylvicultura Oeconomica* (Hölzl, 2010), tem suas raízes em duas perspectivas: ecologia e economia este último resulta da crescente percepção ao longo do século XX de que o padrão de produção e consumo global em expansão não é sustentável a longo prazo (Du Pisani, 2006). Assim, a noção de sustentabilidade emerge considerando a finitude dos recursos naturais e sua gradual e perigosa exaustão.

No século XX, as Conferências da Organização das Nações Unidas (ONU) deixaram claro o poder da influência das ações humanas sobre os recursos naturais e movimentaram as diversas nações a fim de promover um avanço social para todas (Li, Zhang, Jia, 2023). É bem reconhecido que as emissões de dióxido de carbono causam impactos adversos tanto para os

seres humanos quanto para o meio ambiente (Liu et al., 2022). A maioria das nações concordaram em diminuir as emissões de CO₂ em resposta à convergência das emissões globais de carbono e às alterações no sistema climático (Chein et al., 2021). Desde a promulgação do Protocolo de Quioto em 2005, a diminuição das emissões de carbono tem se destacado como uma prioridade para governos, indústrias e cidadãos de várias nações (Tang et al., 2022).

Desde então, os consumidores exercem um importante papel como fiscalizadores. Qualidade e eficiência propriamente ditas não são mais o suficiente, as pessoas também se preocupam com o meio ambiente e próprio bem-estar dentro dele, portanto querem ter certeza de que os produtos que estão consumindo e as organizações responsáveis por ele também estão tendo essa consciência que é de suma relevância para a população como um todo (Zaichkowsky, 1985). Souza et al., (2018) explica ainda que o comprometimento dos consumidores em prol da sustentabilidade está intimamente ligado a tamanha importância que eles demonstram em relação aos sonhados produtos; ou seja, quanto mais as pessoas desejam obter algo, mais estarão dispostas a resolver empecilhos para conseguir isso.

As empresas estão adotando práticas sustentáveis não apenas em resposta a regulamentações governamentais ou com o objetivo de aumentar os lucros, mas também devido à crescente pressão de clientes, instituições financeiras e organizações não governamentais (ONGs) (Sanchez-Planelles, Segarra-Oña, Peiro-Signes, 2022).

3 MÉTODO

Para obter um relato preciso da literatura sobre complexidade econômica e sustentabilidade, foi realizada uma revisão sistemática de literatura utilizando o modelo proposto de pesquisa construída com base em trabalhos anteriores (Junior e Godinho Filho, 2010; Jabbour, 2013; Teixeira *et al.*, 2020). A base de dados utilizada foi Scopus devido à sua abrangência e confiabilidade (Mongeon; Paul-Hus, 2016). A revisão considerou somente títulos (Teixeira et al., 2023), sem restrição de anos de pesquisa, devido à recenticidade dos temas (Ferraz *et al.*, 2021).

A revisão sistemática da literatura busca garantir a replicabilidade, transparência e coerência, minimizando erros e tendências humanas (Cook, Mulrow, Haynes, 1997). Foram definidos os termos-chave e realizadas pesquisas utilizando as palavras-chave “Economic Complexity” e “Sustainability” e “Sustainable”, pois a intenção era encontrar artigos que realmente abordavam os temas complexidade econômica e sustentabilidade de forma conjunta e a utilização dessas palavras-chave somente nos títulos dos artigos, garante que os artigos

encontrados estejam de fato relacionados ao tema. Destaca-se que essa busca foi realizada em novembro de 2023 e o objetivo deste estudo foi investigar apenas os artigos publicados em periódicos sobre os temas, assim, foram excluídos artigos de conferência e capítulo de livros.

Foram identificados 31 artigos. As informações sobre autores, países, ano de publicação, fonte e palavras-chave foram coletadas e registradas em um banco de dados. Em seguida, foi realizada uma análise estatística descritiva no MS Excel, software Biblioshiny, seguindo as pesquisas de revisão de literatura relacionadas (Sequeira; Santos, 2018). Por fim, como sugere Junior e Godinho filho, 2010 um sistema de classificação e codificação foi criado, abordagem essa utilizada por Teixeira *et al.* (2020) e Jabbour (2013), conforme tabela 1.

TABELA 1 – Classificação e codificação

Classificação	Significado	Código
1	Contexto do país	A – Desenvolvido; B – Emergente; C – Não aplicável
2	Tipo de Pesquisa	A – Quantitativo; B – Qualitativo; C – Quantitativo e qualitativo; D – Outro
3	Método de Pesquisa	A – Estudo de Caso; B – Survey; C – Revisão; D – Estudo de caso e Survey; E – Outro

Fonte: Elaborado pelos autores

A Tabela 2 demonstra a classificação dos 31 artigos selecionados considerando as dimensões mencionadas. A próxima seção demonstra cada aspecto classificado e codificado (Etapa 4) e principais lacunas e possibilidades de pesquisas futuras.

TABELA 2 – Classificação e codificação dos estudos realizados

	<u>Estudo</u>	<u>Contexto do país</u>	<u>Tipo de pesquisa</u>	<u>Método de Pesquisa</u>
<u>1</u>	Ahmad, Satrovic, 2023	<u>1A</u>	<u>2A</u>	<u>3E</u>
<u>2</u>	Gyamfi et al., 2023	<u>1A</u>	<u>2A</u>	<u>3E</u>
<u>3</u>	Cong, Ren, 2023	<u>1B</u>	<u>2A</u>	<u>3E</u>
<u>4</u>	Sharma et al., 2023	<u>1B</u>	<u>2A</u>	<u>3E</u>
<u>5</u>	Safi et al., 2023	<u>1A</u>	<u>2A</u>	<u>3E</u>
<u>6</u>	Wang et al., 2023	<u>1B</u>	<u>2A</u>	<u>3E</u>
<u>7</u>	ElMassah, Hassanein, 2023	<u>1B</u>	<u>2A</u>	<u>3E</u>
<u>8</u>	Adebayo, 2023	<u>1B</u>	<u>2A</u>	<u>3E</u>
<u>9</u>	Li et al., 2023	<u>1B</u>	<u>2A</u>	<u>3E</u>
<u>10</u>	Abdi, 2023	<u>1B</u>	<u>2A</u>	<u>3E</u>
<u>11</u>	Lee, Olasehinde-Williams, Gyamfi, 2023	<u>1A</u>	<u>2A</u>	<u>3E</u>
<u>12</u>	Can, Ahmed, 2023	<u>1A</u>	<u>2A</u>	<u>3E</u>
<u>13</u>	Ullah et al., 2023	1A	2A	3E
<u>14</u>	Ahmad, Satrovic, 2023	1A	2A	3E
<u>15</u>	Ullah et al., 2023	1B	2A	3E
<u>16</u>	Saud et al., 2023	1B	2A	3E
<u>17</u>	Numan et al., 2023	1A 1B	2A	3E
<u>18</u>	Shahzad et al., 2023	1A	2A	3E
<u>19</u>	Ghosh et al., 2022	1A	2A	3E
<u>20</u>	Ibrahim et al., 2022	1B	2A	3E
<u>21</u>	Khan, Ximei, 2022	1A	2A	3E

22	Rafique et al., 2022	1A	2A	3E
23	Uche et al., 2022	1B	2A	3E
24	Ahmed, et al., 2022	1B	2A	3E
25	Sun et al., 2022	1B	2A	3E
26	Adedoyin, Nwulu, Bekun, 2021	1A 1B	2A	3E
27	Aerni, 2021	1A	2B	3A
28	Cakir et al., 2021	1A 1B	2A	3E
29	Ferraz et al., 2021	1A 1B	2B	3C
30	Liu, Liang, Cui, 2021	1B	2A	3E
31	Le Caous, Huarng, 2020	1B	2A	3E

Fonte: Elaborado pelos autores

4 RESULTADOS

Segundo Ferraz *et al.* (2021) A complexidade econômica tem sido empregada como estratégia nos estudos de sustentabilidade socioambiental para impulsionar o desenvolvimento sustentável.

A Figura 1 mostra a quantidade de artigos publicados ao longo dos anos. É interessante verificar que os estudos que integram Complexidade econômica e sustentabilidade são novos e estão sendo pesquisados mais profundamente nos últimos 3 anos, não há também evidência de artigos que compararam os dois temas de forma efetiva tornando essa pesquisa inédita. O primeiro artigo foi um estudo conduzido por Le Caous, Huarng (2020) que estudou a relação entre o Índice Complexidade Econômica e o Índice de Desenvolvimento Humano e os efeitos mediadores da desigualdade de renda e indicadores culturais e ambientais entre os países em desenvolvimento. Para verificar a contribuição anual, utilizamos o MSExcel, percebe-se, que as publicações são emergentes e são a partir de 2020, com destaque para 2023 com 17 estudos, evidenciando que os dois temas estão no auge do conhecimento.

FIGURA 1 – Publicação de tendência nesta área de estudo



Fonte: Elaborado pelos autores

Visando identificar a co-ocorrência das palavras-chave foi feito uma análise usando o software Biblioshiny. A figura 7 mostra o número de documentos em que as palavras ocorrem juntas. De acordo com a figura 7 as palavras-chave mais utilizadas pelos artigos analisados foram “sustainable development”, “ecological footprint”, “sustainability”, “economic development”, “carbon dioxide”, “economic complexity”.

FIGURA 2 – Palavras chave com maiores citações

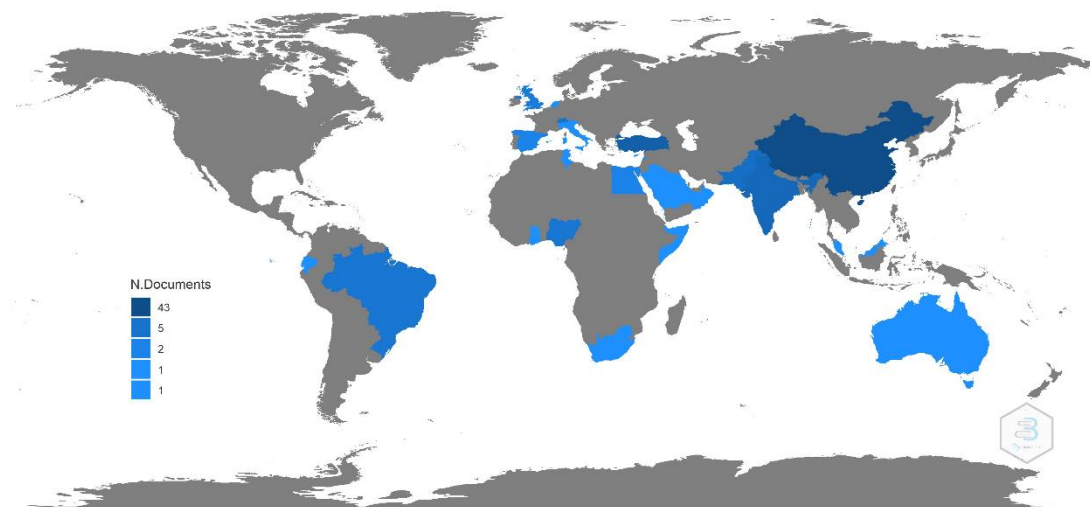


Fonte: Elaborado pelos autores

Utilizando o Biblioshiny foi criado um “gráfico coroplético” (Figura 3), indicando o acoplamento por país pela afiliação dos autores, o mapa mostra o local de publicação desses artigos. A cor mais escura “azul” demonstra maior nível de contribuição de cada país. Pode-se perceber que China é o país que mais contribuiu para a literatura sobre Complexidade econômica e Sustentabilidade com 43 contribuições. O mapa também mostra grande dispersão de publicações nos países como Peru (15 contribuições), Índia (9 contribuições) e Paquistão (6 contribuições), Suíça (5 contribuições), Brasil (4 contribuições), Nigéria (4 contribuições), Reino Unido (3 citações) dentre outros, mostrando o crescimento do tema em diversos países

FIGURA 3 – Produção Científica por país dos autores

Country Scientific Production



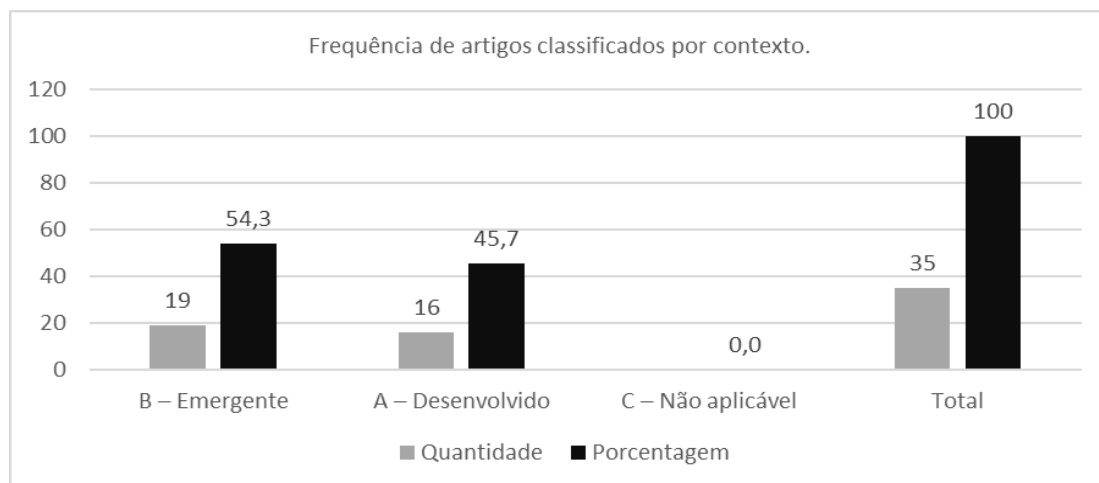
Fonte: Elaborado pelos autores

4.1 Dimensões analisadas

4.1.1 Contexto do país

A análise mostrou que a maioria dos artigos que abordou Complexidade econômica e sustentabilidade não foram em um contexto específico, como os artigos quantitativos/matemáticos conforme mostra figura 4. Os países em desenvolvimento e desenvolvidos tiveram o maior número de publicações. Além disso, somente 4 dos artigos comparou o tema entre países em contextos diferentes, por isso verifica-se que a quantidade total de frequência foi de 35. Esses achados levaram à primeira recomendação do presente estudo:

FIGURA 4 – Frequência de artigos classificados por contexto



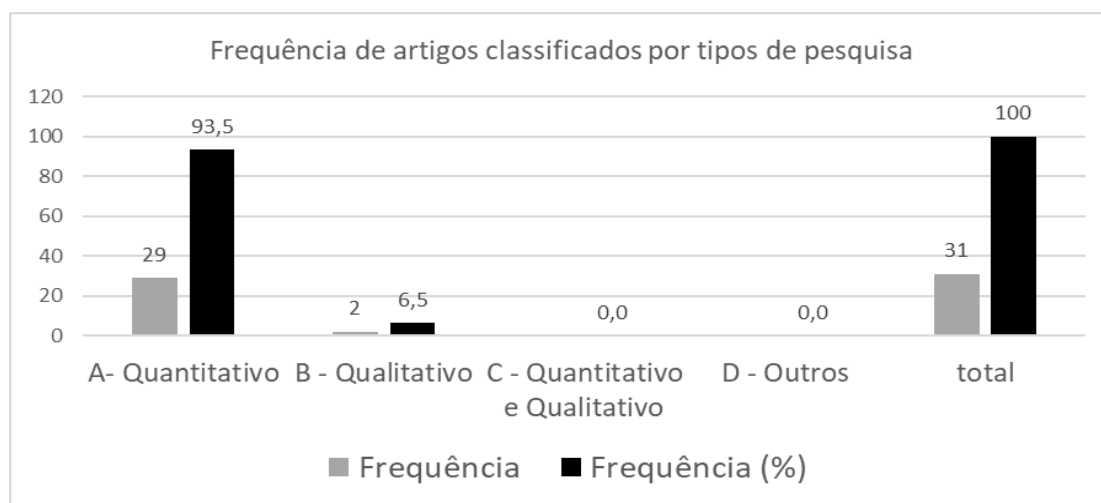
Fonte: Elaborado pelos autores

R1: Realizar mais estudos em países em desenvolvimento e desenvolvidos e comparar diferentes contextos para entender como eles podem influenciar o nível de integração entre complexidade econômica e sustentabilidade.

4.1.2 Métodos de pesquisa

Com o objetivo de evidenciarmos os tipos de pesquisa, uma análise foi feita. Foi demonstrado que artigos que abordaram conceitos de Complexidade econômica e Sustentabilidade conforme figura 5, são estudos empíricos do tipo quantitativo (93,5%). Somente (6,5%) dos artigos utilizaram tipos de pesquisa qualitativa. Segundo Ferraz et al. (2021) As análises de complexidade econômica empregam abordagens mais sofisticadas, abrangendo a avaliação do espaço de produtos, da vantagem comparativa relativa (RCA) e de novos índices, assim diversos estudos têm utilizado tais índices para elucidar a influência da complexidade na sustentabilidade social e ambiental. Nenhum artigo utilizou métodos quantitativos e qualitativos portanto a segunda e terceira recomendação é proposta:

FIGURA 5 - Frequência de artigos classificados por método de pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores

R2: Utilizar tipos de pesquisa quantitativa e qualitativa para melhor entendimento da combinação de Complexidade econômica e Sustentabilidade.

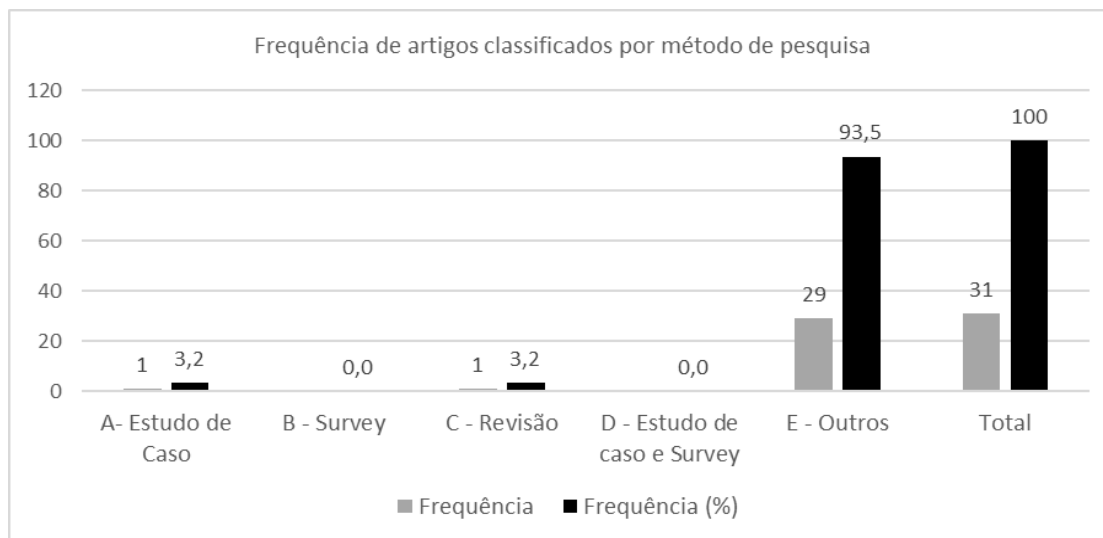
R3: Utilizar mais tipos de pesquisa qualitativa, buscando compreender na prática o melhor entendimento dessa combinação.

4.1.3 Tipos de pesquisa

Nesta análise é demonstrado que a maioria dos artigos que abordaram os conceitos de Complexidade econômica e Sustentabilidade são estudos empíricos, como estudos de painel,

econometria, análise de redes, análise de regressão, método de reflexões, método de complexidade de aptidão, modelos matemáticos, entre outros, seguidos de estudos de caso e estudos de revisão com apenas 3,2% cada. Nenhum artigo incluiu dois tipos de métodos conforme figura 6. Poucos artigos utilizaram estudos de caso e conceituais e de revisão. E nenhum um artigo utilizou a abordagem de survey, portanto a terceira e quarta recomendação desta pesquisa são:

FIGURA 6 - Frequência de artigos classificados por tipo de pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores

R3: Adotar métodos de pesquisa mista principalmente estudos de caso e survey em estudos posteriores sobre Complexidade Econômica e Sustentabilidade.

R4: Adotar métodos pouco utilizados como estudos de caso ou artigos de revisão para uma melhor visualização da prática entre a combinação de Complexidade Econômica e Sustentabilidade para uma abordagem global desses temas e maior contribuição para as organizações e também buscando entender melhor quais contribuições existem nessa relação.

5 DISCUSSÕES

Os resultados mostram que a maioria dos artigos foram publicados nos últimos 3 anos, com destaque para 2023, indicando o desenvolvimento deste campo de estudo (Ferraz *et al.*, 2021; Sharma, Dhamija, Haseeb, 2023; Abdi, 2023). As publicações que abordaram Complexidade econômica e sustentabilidade focaram em dimensões ambientais, redução de pegada de carbono e mudanças climáticas, mas as dimensões financeira e social ainda precisam de mais atenção. Embora a maioria dos artigos seja proveniente da China, também houve publicações na América do Sul, África e Europa, indicando interesse nesse campo de

estudo nestes continentes, (Ferraz et al., 2021; Can, Ahmed, 2023). Destaca-se que a América do Norte ainda não possui nenhum estudo, indicando que há um amplo campo para pesquisas futuras.

Percebe-se a complexidade econômica necessita de estudos mais aprofundados para o avanço da sustentabilidade (Ferraz et al., 2021). No entanto, o impacto da integração da complexidade econômica com a sustentabilidade no desempenho social e econômico ainda não está claro. Também é importante notar a falta de estudos com abordagem mista, como estudos de caso e surveys (Ferraz et al., 2021).

A maioria dos estudos abordou a complexidade econômica visando a melhoria da sustentabilidade ambiental através da análise de emissões de carbono dos países (Ullah et al., 2023; Sun et al., 2022; Shahzad et al., 2023), mais estudos são necessários visando verificar quais estratégias devem ser adotadas pelos governos visando o aumento da economia sem a degradação do meio ambiente.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa buscou identificar e sistematizar artigos acadêmicos que abordaram Complexidade econômica e sustentabilidade. Foi analisado um total de 31 artigos, sem restrição de ano de publicação e em diferentes contextos. Os resultados encontrados podem ser úteis para acadêmicos e profissionais de organizações, oferecendo insights sobre como a complexidade econômica pode apoiar o aprimoramento da sustentabilidade e vice-versa. Além disso, o estudo mapeou o estado da arte sobre o assunto e apontou lacunas na literatura para pesquisas futuras.

Este trabalho contribui para a academia, pois a integração de complexidade econômica e sustentabilidade ainda é emergente e carece de mais estudos, para as indústrias que necessitam de estratégias visando os direcionamentos futuros e para governos que precisam devem incluir metas de sustentabilidade ambiental nos seus planos de crescimento econômico, além disso dar apoio financeiro a empresários ambientalmente responsáveis.

Como implicação política com base em nossos resultados, a prioridade nas políticas de crescimento econômico, regulamentação energética e redução de pegada de carbono deve ser dada à complexidade econômica, devido a sua forte correlação com a sustentabilidade ambiental. Além disso os governos locais, devem priorizar estratégias que visem o aumento da economia sem degradação ambiental.

No entanto, é importante destacar que esta pesquisa possui limitações que podem ser verificadas para estudos futuros, a primeira é o baixo número de artigos analisados (31). Para

superar essa limitação, seria recomendado consultar outras plataformas de busca (Web of Science por exemplo). Outra limitação foi a busca dos termos em somente títulos dos artigos, para pesquisas futuras sugere a utilização da busca por títulos, resumos e palavras-chave para uma maior abrangência. A última limitação é relacionada aos termos utilizados somente 3 (complexidade econômica, sustentabilidade e sustentável), portanto estudos futuros podem verificar uma abrangência maior de palavras-chave como levantados na figura 2 deste estudo. Vale ressaltar que este trabalho é um esforço na busca de artigos que realmente abordavam os temas complexidade econômica e sustentabilidade de forma conjunta e as recomendações identificadas podem contribuir significativamente para pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

AHMAD, Mahmood et al. Modelling the dynamic linkages between eco-innovation, urbanization, economic growth and ecological footprints for G7 countries: does financial globalization matter?. **Sustainable Cities and Society**, v. 70, p. 102881, 2021.

AHMAD, Munir; SATROVIC, Elma. How does monetary policy moderate the influence of economic complexity and technological innovation on environmental sustainability? The role of green central banking. **International Journal of Finance & Economics**, 2023.

AHMAD, Munir; SATROVIC, Elma. Role of economic complexity and government intervention in environmental sustainability: Is decentralization critical?. **Journal of Cleaner Production**, v. 418, p. 138000, 2023.

AHMED, Zahoor et al. Investigating the role of economic complexity in sustainable development and environmental sustainability. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 29, n. 8, p. 771-783, 2022.

AGOZIE, Divine Q. et al. Environmental Kuznets Curve hypothesis from lens of economic complexity index for BRICS: Evidence from second generation panel analysis. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 53, p. 102597, 2022.

CAN, Muhlis; AHMED, Zahoor. Towards sustainable development in the European Union countries: Does economic complexity affect renewable and non-renewable energy consumption?. **Sustainable Development**, v. 31, n. 1, p. 439-451, 2023.

COOK, Deborah J.; MULROW, Cynthia D.; HAYNES, R. Brian. Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. **Annals of internal medicine**, v. 126, n. 5, p. 376-380, 1997.

DU PISANI, Jacobus A. Sustainable development—historical roots of the concept. **Environmental sciences**, v. 3, n. 2, p. 83-96, 2006.

GHOSH, Sudeshna et al. Modelling an empirical framework of the implications of tourism and economic complexity on environmental sustainability in G7 economies. **Journal of Cleaner Production**, v. 376, p. 134281, 2022.

HICKEL, Jason; HALLEGATTE, Stéphane. Can we live within environmental limits and still reduce poverty? Degrowth or decoupling?. **Development Policy Review**, v. 40, n. 1, p. e12584, 2022.

HIDALGO, César A. Economic complexity theory and applications. **Nature Reviews Physics**, v. 3, n. 2, p. 92-113, 2021.

IPCC-Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). Sixth assessment report.

JABBOUR, Charbel José Chiappetta. Environmental training in organisations: From a literature review to a framework for future research. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 74, p. 144-155, 2013.

JUNIOR, Muris Lage; GODINHO FILHO, Moacir. Variations of the kanban system: Literature review and classification. **International journal of production economics**, v. 125, n. 1, p. 13-21, 2010.

LEE, Chien-Chiang; OLASEHINDE-WILLIAMS, Godwin; GYAMFI, Bright Akwasi. The synergistic effect of green trade and economic complexity on sustainable environment: A new perspective on the economic and ecological components of sustainable development. **Sustainable Development**, v. 31, n. 2, p. 976-989, 2023.

LE CAOUS, Emilie; HUARNG, Fenghueih. Economic complexity and the mediating effects of income inequality: Reaching sustainable development in developing countries. **Sustainability**, v. 12, n. 5, p. 2089, 2020.

LIU, Haiming et al. Assessing the role of energy finance, green policies, and investment towards green economic recovery. **Environmental Science and Pollution Research**, p. 1-14, 2022.

LI, Xin; ZHANG, Xia; JIA, Tao. Humanization of nature: Testing the influences of urban park characteristics and psychological factors on collegers' perceived restoration. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 79, p. 127806, 2023.

MONGEON, Philippe; PAUL-HUS, Adèle. The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. **Scientometrics**, v. 106, p. 213-228, 2016.

MUHAMMAD, Bashir et al. Impact of foreign direct investment, natural resources, renewable energy consumption, and economic growth on environmental degradation: evidence from BRICS, developing, developed and global countries. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, p. 21789-21798, 2021.

NUMAN, Umar et al. Role of economic complexity and energy sector in moving towards sustainability in the exporting economies. **Energy Strategy Reviews**, v. 45, p. 101038, 2023.

POLLIN, Robert. Advancing a viable global climate stabilization project: Degrowth versus the green new deal. **Review of Radical Political Economics**, v. 51, n. 2, p. 311-319, 2019.

QI, Hongchao et al. COVID-19 transmission in Mainland China is associated with temperature and humidity: A time-series analysis. **Science of the total environment**, v. 728, p. 138778, 2020.

RAFIQUE, Muhammad Zahid et al. Does economic complexity matter for environmental sustainability? Using ecological footprint as an indicator. **Environment, Development and Sustainability**, v. 24, n. 4, p. 4623-4640, 2022.

SWART, Julia; BRINKMANN, Lisa. Economic complexity and the environment: evidence from Brazil. In: **Universities and sustainable communities: meeting the goals of the agenda 2030**. Springer International Publishing, 2020. p. 3-45.

SAUD, Shah et al. Articulating natural resource abundance, economic complexity, education and environmental sustainability in MENA countries: Evidence from advanced panel estimation. **Resources Policy**, v. 80, p. 103261, 2023.

SANCHEZ-PLANELLES, Joaquin; SEGARRA-OÑA, Marival; PEIRO-SIGNES, Angel. Identifying different sustainable practices to help companies to contribute to the sustainable development: Holistic sustainability, sustainable business and operations models. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v. 29, n. 4, p. 904-917, 2022.

SHAHZAD, Umer et al. The role of biomass energy consumption and economic complexity on environmental sustainability in G7 economies. **Business Strategy and the Environment**, v. 32, n. 1, p. 781-801, 2023.

SEVERO, Eliana Andrea; DE GUIMARÃES, Julio Cesar Ferro; DORION, Eric Charles Henri. Cleaner production and environmental management as sustainable product innovation antecedents: A survey in Brazilian industries. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 87-97, 2017.

SUN, Yunpeng et al. Renewable energy transition and environmental sustainability through economic complexity in BRICS countries: Fresh insights from novel Method of Moments Quantile regression. **Renewable Energy**, v. 184, p. 1165-1176, 2022.

TANG, Yuk Ming et al. Industry 4.0 technology and circular economy practices: business management strategies for environmental sustainability. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 33, p. 49752-49769, 2022.

TEIXEIRA, Adriano Alves et al. Green supply chain management in Latin America: Systematic literature review and future directions. **Environmental Quality Management**, v. 30, n. 2, p. 47-73, 2020.

TEIXEIRA, Adriano Alves et al. Green Human Resource Management in Latin America: A Systematic Literature Review and Agenda for Future Research. **Global Perspectives on Green HRM: Highlighting Practices Across the World**, p. 267-292, 2023.

ULLAH, Sami et al. Paving the ways toward sustainable development: the asymmetric effect of economic complexity, renewable electricity, and foreign direct investment on the environmental sustainability in BRICS-T. **Environment, Development and Sustainability**, v. 26, n. 4, p. 9115-9139, 2024.