

MESTRADO
ECONOMIA E GESTÃO DO AMBIENTE

Fatores críticos responsáveis pelo sucesso e insucesso no processo da transição energética: Revisão sistemática da literatura

David Alves Ferreira Ferraz Amaro

M

2026





FATORES CRÍTICOS RESPONSÁVEIS PELO SUCESSO E
INSUCESSO NO PROCESSO DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA:
REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

David Alves Ferreira Ferraz Amaro

Dissertação

Mestrado em Economia e Gestão do Ambiente

Orientado por
Susana Maria Almeida da Silva

2026

Agradecimentos

Gostaria de começar por agradecer à Professora Susana Silva, a minha orientadora, pela enorme disponibilidade que demonstrou ao longo de todo este processo. O seu acompanhamento e notável empatia tornaram a elaboração da presente dissertação numa experiência profundamente enriquecedora.

À minha família, o meu agradecimento incondicional por serem a minha base e por todos os sacrifícios que fizeram para me proporcionarem esta oportunidade.

À minha namorada, o meu porto seguro. Quero agradecer-te do fundo do coração por me teres aturado nas fases mais desafiantes tais como nas fases de maior ausência. O teu afeto e incentivo deram-me a força e motivação necessária para superar as adversidades. Este feito é também dedicado a ti.

Aos meus amigos, um profundo obrigado não só pelo apoio em fases de maior exigência, como também pelos momentos de descontração proporcionados que permitiram manter a serenidade necessária.

Resumo

O fenómeno das alterações climáticas representa um dos principais desafios à escala global. Neste sentido, os apelos para uma transição energética com base na primazia de energias renováveis têm-se multiplicado, sendo esta vista como uma estratégia fundamental para mitigar os riscos climáticos. Apesar dos estudos focados nesta temática terem crescido exponencialmente nos últimos anos, verifica-se uma notável dispersão teórica relativamente aos vetores que ditam os ritmos divergentes dos países no processo da transição. Sob este prisma, realizou-se uma revisão sistemática da literatura com o propósito de compreender os fatores críticos que explicam o sucesso e o insucesso dos países na transição energética. A presente revisão incidiu sobre 92 artigos. De modo a organizar os fatores identificados nos artigos, foi realizado, igualmente, uma análise PEEST, o que permitiu aprofundar a compreensão sobre os mesmos e identificar padrões que possibilitaram a formulação de conclusões informadas. Os resultados revelaram que os fatores pertencentes à dimensão económica foram os mais relevantes, ao passo que a dimensão ambiental foi a que obteve menor destaque. O Estado de Direito, os apoios governamentais a energias renováveis, o desenvolvimento de competências, a economia digital, o investimento em Investigação e Desenvolvimento e a inteligência artificial evidenciaram um impacto consistentemente positivo sobre a transição energética. Por outro lado, a resistência sociocultural à transição e a instabilidade política emergiram como fatores que tendem a prejudicar o processo de transição.

Palavras Chave: transição energética; ganhadores; perdedores; fatores facilitadores; fatores dificultadores

Abstract

The phenomenon of climate change represents one of the foremost challenges on a global scale. In this regard, calls for an energy transition anchored in renewable energy sources have multiplied, being increasingly viewed as a fundamental strategy to mitigate inherent climate risks. Although research focused on this theme has grown exponentially in recent years, a notable theoretical fragmentation persists regarding the vectors that dictate countries' divergent paces in the transition process. Against this backdrop, a systematic literature review was conducted to understand the critical factors that explain countries' success and failure in the energy transition. The current review focused on 92 articles. In order to organize the factors identified in the articles, a PEEST analysis was also conducted, enabling a deeper understanding of these factors and the identification of patterns that allow for the formulation of informed conclusions. The results revealed that factors belonging to the economic dimension were the most relevant, whereas the environmental dimension was the least prominent. Rule of Law, government support for renewable energy, development of skills, the digital economy, investment in R&D and artificial intelligence demonstrated a consistently positive impact on the energy transition. Conversely, sociocultural resistance to the transition and political instability emerged as factors that tend to hinder the transition process.

Keywords: energy transition; winners; losers; enabling factors; hindering factors

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	ii
Abstract.....	iii
Índice.....	iv
Índice de Figuras.....	vi
Índice de Tabelas.....	vii
Listas de Siglas e Abreviaturas.....	viii
1. Introdução.....	1
2. Contextualização.....	4
2.1. Contexto histórico.....	4
2.2. Panorama geral.....	6
3. Metodologia.....	7
3.1. Elaboração da pesquisa bibliográfica.....	8
3.2. Critérios para inclusão e exclusão.....	9
3.3. Resultados da pesquisa bibliográfica.....	9
4. Síntese dos resultados da literatura.....	11
4.1. Revistas científicas representadas.....	11
4.3. Evolução temporal da produção científica.....	14
4.4. Distribuição geográfica dos casos de estudo.....	15
4.5. Distribuição geográfica dos autores.....	17
5. Fatores críticos na transição energética.....	18
5.1. Síntese dos fatores PEEST analisados.....	18
5.2. Efeitos dos principais fatores identificados.....	20
5.2.1. Fatores políticos.....	25
5.2.2. Fatores económicos.....	29

5.2.3. Fatores ambientais.....	36
5.2.4. Fatores sociais	38
5.2.5. Fatores tecnológicos.....	41
6. Conclusão.....	44
6.1. Limitações do estudo.....	45
6.2. Sugestões para investigações futuras	46
6.3. Sugestões para decisores políticos	46
Referências Bibliográficas	47

Índice de Figuras

Figura 1 – Diagrama de fluxo PRISMA 2020.....	10
Figura 2 – Revistas científicas com mais de um artigo abrangido na investigação.....	12
Figura 3 – Número de editoras em cada país.....	13
Figura 4 – Distribuição percentual das revistas científicas analisadas por quartil	14
Figura 5 – Evolução da produção científica: número de publicações e volume cumulativo	15
Figura 6 - Distribuição geográfica dos casos de estudo	17
Figura 7 - Distribuição geográfica dos autores. Foram considerados exclusivamente os países representados pelo menos duas vezes	18
Figura 8 -Número de ocorrências dos Fatores PEEST na literatura analisada.....	20

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Fatores críticos da transição energética	21
---	----

Listas de Siglas e Abreviaturas

BRICS	Brasil, Rússia, Índia, China, África do Sul
CND	Contribuições Nacionalmente Determinadas
EUA	Estados Unidos da América
IA	Inteligência Artificial
IDE	Investimento Direto Estrangeiro
I&D	Investigação e Desenvolvimento
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
PEEST	Políticos, Económicos, Ambientais, Sociais, Tecnológicos
PIB	Produto Interno Bruto
PM	Partículas em Suspensão
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis
RDC	República Democrática do Congo
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SJR	Scimago Journal Ranking

1. Introdução

Atualmente, as alterações climáticas são uma das maiores ameaças que a Humanidade enfrenta, podendo assumir proporções catastróficas caso a intervenção humana não se revele adequada. Estas são caracterizadas por modificações no clima provocadas direta ou indiretamente pelo ser humano, concretamente através da emissão de gases com efeito de estufa que provocam alterações na composição da atmosfera (United Nations, 1992).

Neste contexto, a exigência de reduzir de forma acentuada estas emissões tornou-se uma obrigação clara de mobilização internacional, sendo a transição energética uma condição indispensável para colmatar esse mesmo imperativo. Embora tenham ocorrido diversas transições energéticas ao longo da evolução humana, a transformação atualmente em destaque é caracterizada por uma mudança estrutural nos diversos sistemas de produção, distribuição e consumo de energia, verificando-se uma substituição progressiva da utilização de combustíveis fósseis, particularmente o gás natural, o petróleo ou o carvão, para sistemas que se baseiam em fontes renováveis, tais como a energia solar e eólica, os biocombustíveis e o hidrogénio (nomeadamente, o hidrogénio verde), entre outros (Harichandan et al., 2022).

Embora o conceito de transição energética tenha ganho proeminência no debate político e académico, subsiste um grau de ceticismo relativamente à sua existência empírica. Para alguns autores, o mundo não atravessa atualmente uma verdadeira transição, mas antes um mero acréscimo da capacidade renovável, capacidade essa que cresce sem substituir de forma estrutural os combustíveis fósseis. Algo que exemplifica essa ideia é o estudo de York e Bell (2019). No estudo, é demonstrado que o padrão histórico de desenvolvimento energético evidencia uma dinâmica aditiva – padrão esse que se mantém atualmente, uma vez que apesar da expansão acelerada na produção da energia eólica e solar, o consumo absoluto de petróleo, gás natural e carvão continua a crescer globalmente. No mesmo sentido, Fressoz (2024) formula uma refutação categórica do conceito de transição energética, argumentando simultaneamente que a sua verificação empírica no presente é ilusória e que a análise historiográfica não corrobora a existência de tal transformação em períodos anteriores. Segundo este autor, a trajetória histórica dos sistemas energéticos obedece a uma dinâmica de expansão simbiótica, no qual diversas modalidades energéticas, diversos materiais e diversas tecnologias se expandem de forma sincrónica, mantendo estruturas de complementaridade mútua.

Em contraponto, a corrente dominante argumenta que a transição energética está genuinamente a ocorrer (*International Energy Agency*, 2025; *International Renewable Energy Agency* e *Climate Policy Initiative*, 2025; Luderer et al., 2021). Tal aceção é justificada não só pela crescente eletrificação de setores-chave da economia como também pelo realinhamento do capital global, que tem abandonado progressivamente o setor fóssil em favor de energias limpas.

Apesar da persistência do debate em torno da transição energética atual, a realidade é que esta adquiriu um estatuto institucional através da fixação de metas, fluxos de investimento e enquadramentos regulatórios, particularmente no contexto do Acordo de Paris.

É crucial mencionar que a literatura evidencia que o processo da transição tem o potencial de exacerbar as clivagens verificadas entre países, espelhando disparidades estruturais que vão desde a capacidade de inovação até aos sistemas de educação e formação (Cigna et al., 2025). Com efeito, a transição energética tende a produzir vencedores e perdedores, consolidando as capacidades presentes em certas nações, ao mesmo tempo que expõe as vulnerabilidades existentes noutras.

A literatura académica centrada na temática da transição energética tem crescido exponencialmente nas últimas duas décadas (Vakulchuk et al., 2020). Tal facto demonstra a crescente importância deste tema na investigação científica e na agenda dos decisores políticos. Este corpo de investigação integra uma notável pluralidade temática, incluindo estudos que analisam a dimensão tecnológica da descarbonização conforme demonstrado por Lee e Yan (2024) e Way et al. (2022), os custos e os benefícios económicos da transição evidenciados por estudos de Stern (2006) e Mercure et al. (2018), as políticas públicas relacionadas - conforme salientado nos estudos de Goldthau (2011) e Rogge e Reichardt (2016) - e as consequências sociais associadas a este processo (Jenkins et al., 2016; Sovacool et al., 2020).

Paralelamente, as implicações geopolíticas ligadas ao fenómeno da transição têm emergido – dos quais estudos por Tagliapietra (2019), Vakulchuk et al. (2020) e Dogah et al. (2024) são exemplo - permitindo compreender o modo como as alterações verificadas no sistema energético global alteram a distribuição de poder verificada nos Estados.

Não obstante a profusão e densidade da literatura existente, constata-se uma notória fragmentação na análise dos fatores estruturais que explicam as disparidades observadas nos países face à transição. Uma parte substancial da investigação académica centra-se em países e regiões específicas – veja-se o exemplo de Beck et al. (2025) e Tagliapietra (2019) - tratando as dinâmicas de sucesso ou insucesso de um modo mais isolado; outras privilegiam dimensões particulares, como os minerais críticos – tal é o caso de estudos de Leruth et al. (2022) e Purdy e Castillo (2022) - negligenciando a necessidade de integrar de forma sistemática os diversos fatores. Tal dispersão analítica dificulta a consolidação de uma visão holística, visão essa que permitiria uma leitura robusta sobre os determinantes críticos que balizam as assimetrias observadas.

É neste enquadramento que se insere a presente dissertação. O objetivo primordial deste estudo consiste em identificar, sistematizar e escrutinar criticamente os fatores que a literatura científica aponta como determinantes para que os Estados verifiquem trajetórias divergentes no que diz respeito a serem potenciais vencedores ou perdedores no processo da transição energética. Seguindo este desígnio, será elaborada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), alicerçada num protocolo transparente e rigoroso que permitirá cartografar de modo compreensivo a evidência científica disponível sobre o tema, identificando consensos e controvérsias, discernir lacunas de investigação, bem como tendências emergentes na área.

A RSL consiste numa abordagem de revisão de literatura na qual se pretende explorar uma questão de investigação particular (Khalid et al., 2020). Este processo tem o propósito de recolher sistematicamente toda a evidência científica publicada relacionada com a questão de investigação em causa, avaliá-la mediante critérios de qualidade rigorosos definidos *a priori* e produzir uma conclusão informada que expresse o melhor conhecimento disponível sobre o tema (Khalid et al., 2020). Esta abordagem é considerada uma forma de estudo secundário uma vez que toma como matéria-prima os estudos primários existentes, realizando uma revisão rigorosa dos mesmos e consequentemente extraindo conclusões elucidativas sobre a questão de investigação delineada (Ganeshkumar e Gopalakrishnan, 2013).

Ao sistematizar os fatores críticos que moldam a capacidade de adaptação dos países a este fenómeno – desde a dotação de recursos naturais e minerais críticos, passando pela liderança na inovação, até à solidez político-institucional – esta investigação pretende

oferecer um quadro integrado que permita a comparabilidade entre as distintas experiências da transição observadas nos diversos Estados.

O objetivo específico é, portanto, compreender quais os fatores críticos que tornam os países vencedores ou perdedores durante o processo da transição energética.

A contribuição para a literatura deste estudo é a seguinte:

- Até à data, este é o primeiro trabalho a sistematizar, simultaneamente, os fatores positivos da transição energética, os fatores negativos da transição energética e a utilizar uma análise PEEST (Políticos, Económicos, Ambientais, Sociais, Tecnológicos) com o intuito de operacionalizar a presente RSL. Deste modo, torna-se possível desenvolver uma visão holística do fenómeno em causa;

- O conceito de transição energética integra diversas temáticas, tais como o investimento em energias renováveis e o consumo de energias renováveis. Na literatura, estas dimensões assumem uma dupla vertente, sendo por vezes consideradas como fatores associados à transição energética e, noutras abordagens, entendidas como termos conexos ao conceito de transição energética. Nesse sentido, de forma a assegurar uma perspetiva abrangente, a seleção de artigos procurará contemplar essa dupla vertente;

- Irá igualmente proceder-se não só a uma análise da evolução da literatura como também da sua dispersão geográfica. À exceção da revisão sistemática de Bhattarai et al. (2022), a presente revisão será a primeira a analisar a distribuição geográfica dos casos de estudo na transição energética. Como o interesse na temática da transição energética tem crescido consideravelmente nos últimos anos, este trabalho conseguirá cobrir os anos de maior intensidade de publicações até à data.

2. Contextualização

2.1. Contexto histórico

A atual transição energética, como aludido anteriormente, insere-se num contexto histórico de transformações energéticas profundas. Ao longo dos séculos, as mudanças nos sistemas de produção, distribuição e consumo de energia constituíram fatores determinantes

na metamorfose das estruturas económicas, sociais e tecnológicas das sociedades (Cherp et al., 2017).

A literatura, de um modo geral, tende a identificar três transições energéticas: duas historicamente consolidadas e uma que se encontra atualmente em curso. Embora esta seja a visão predominante, não existe um consenso absoluto quer sobre a natureza da transição energética atualmente em curso – conforme já discutido – quer quanto à configuração da segunda transição.

Solomon e Krishna (2011) argumentam que ocorreu uma grande transição energética e uma transição energética setorial. A primeira foi caracterizada pela substituição da biomassa pelos combustíveis fósseis, particularmente o carvão. Foi iniciada em Inglaterra no início do século XVIII e estendeu-se por cerca de dois séculos, prolongando-se até ao final do século XIX, período em que o ponto de inflexão foi alcançado, com os combustíveis fósseis a converterem-se na principal fonte de energia global, superando definitivamente a biomassa. Relativamente à segunda transição, os autores descrevem-na como uma transformação energética de cariz setorial, no qual o petróleo emergiu, no século XX, como fonte de energia dominante no setor dos transportes, através da adoção generalizada de motores de combustão interna. No entanto, os autores sublinham que, ao contrário da primeira transição, este processo não constituiu uma substituição completa e sistémica. Assim, o século XX caracterizou-se por um sistema energético de natureza híbrido, no qual o petróleo consolidava progressivamente a sua primazia no setor dos transportes enquanto o carvão permanecia como fonte primária em diversos setores industriais, desde a geração elétrica até à siderurgia.

Por outro lado, artigos como o de Yang et al. (2024) apresentam uma perspetiva divergente no que diz respeito à natureza da segunda transição. Os autores consideram que a mesma de facto espelhou o processo da primeira grande transição através da ocorrência de uma transformação global e sistémica. A distinção entre as transições reside nos protagonistas da substituição: na primeira, o carvão ascendeu a fonte de energia principal substituindo a biomassa e na segunda foi o petróleo que substituiu o carvão como fonte predominante de energia à escala mundial. No mesmo sentido, Melsted e Pallua (2018) identificaram a segunda grande transição energética como uma transformação de natureza sistémica. Segundo os autores, essa transição foi assente não apenas na ascensão do petróleo como também do gás natural, tendo essa transição para um novo regime energético

dominante ocorrido entre 1940 e 1970. Esta transformação foi impulsionada por múltiplos fatores interconectados. Alguns exemplos foram: as vantagens técnicas inerentes aos hidrocarbonetos (como maior densidade energética, processos de combustão otimizados e maior eficiência), a expansão de infraestruturas de oleodutos e gasodutos, o crescimento vertiginoso das necessidades energéticas após a Segunda Guerra Mundial e as estratégias agressivas de redução de preços que as empresas petrolíferas adotavam com vista a penetrar e conquistar segmentos de mercado previamente controlados pelo carvão.

Em suma, o consenso académico acerca da evolução histórica das transições energéticas continua a refletir um certo grau de discordância, refletindo a complexidade inerente a processos multifacetados.

2.2. Panorama geral

A despeito do enquadramento histórico, a transição energética atual configura-se como um processo profundamente heterogéneo entre Estados (Solomon et al., 2025). As características estruturais de cada Estado – como o nível de desenvolvimento económico, a qualidade das instituições, a dotação de recursos energéticos e minerais, a capacidade tecnológica e o posicionamento nas estruturas económicas internacionais – determinam fundamentalmente tanto a celeridade como a magnitude das transformações energéticas.

Neste sentido, estas assimetrias estruturais traduzem-se em trajetórias de transição substancialmente divergentes, refletindo-se essencialmente numa dicotomia entre economias que experienciam processos de descarbonização acelerados e economias que verificam uma transformação energética que se desenrola num ritmo mais lento e inconstante (Oxfam, 2024). Dois casos paradigmáticos que ilustram essa dicotomia são a Suécia e a República Democrática do Congo (RDC). A Suécia é considerada um país pioneiro na implementação de políticas bem sucedidas ao nível das energias renováveis, integrando-se na vanguarda global do movimento para a expansão da utilização da bioenergia (Ahmed et al., 2022). No entanto, a decisão das autoridades do país em diversificar as fontes de energia não foi isenta de dificuldades no curto prazo. Os dados revelaram que, no curto prazo, essa diversificação apresentou uma propensão para afetar negativamente o crescimento económico; contudo, no longo prazo, essa propensão foi revertida, originando um impacto substancialmente positivo – fase essa que a Suécia está presentemente a vivenciar (Ahmed et al., 2022). Tal

trajetória de êxito pressupõe, necessariamente, um compromisso político robusto e uma visão estratégica de longo prazo, elementos indispensáveis para preservar a coerência das políticas energéticas perante as dificuldades económicas do período transitório inicial.

Por outro lado, a RDC materializa de forma inequívoca os paradoxos estruturais que permeiam a transição energética contemporânea. Apesar de controlar a produção mundial de cobalto, material essencial para a transição energética, a RDC mantém-se com um dos países mais pobres a nível mundial (Sovacool et al., 2020). Tal verifica-se uma vez que os benefícios são frequentemente externalizados para empresas multinacionais do Norte Global – configurando um modelo de “extrativismo verde” – ao passo que os custos são internalizados, por meio da contaminação das águas e dos solos, do trabalho infantil e da exclusão social (Sovacool et al., 2020). Para agravar a situação, Mavambu (2025) demonstrou, num artigo publicado na *Greenpeace Africa*, que o governo congolês tem prosseguido com planos de expansão da produção de petróleo. O executivo anunciou, em março de 2025, a meta de extrair 500 mil barris por dia até ao fim desse mesmo ano, valor que representa quase o dobro do previamente extraído. Esta incoerência estratégica é particularmente problemática, uma vez que essa intenção contradiz as metas inscritas nas Contribuições Nacionalmente Determinadas (CND) da RDC.

A justaposição destes dois casos evidencia que a transição energética contemporânea necessita transcender análises unidimensionais. Exige-se uma abordagem holística que incorpore simultaneamente as dimensões institucionais, económicas, ambientais, sociais e tecnológicas que estruturam de um modo multifatorial os processos de transformação energética em cada Estado.

3. Metodologia

A operacionalização do presente estudo irá fundamentar-se num duplo enquadramento metodológico. Em primeiro lugar, a identificação da literatura irá basear-se numa estratégia de pesquisa sistemática fundamentada em palavras-chave selecionadas de forma deliberada, com o intuito de delimitar e estruturar de forma transparente e exaustiva o domínio de investigação bibliográfica a ser consultado. Em segundo lugar, o processo de seleção, avaliação crítica e síntese da evidência científica utilizará como

referencial de orientação os pressupostos teóricos e protocolares preconizados pela Declaração PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis*), declaração esta que será ajustada especificamente aos propósitos da presente investigação.

A Declaração PRISMA tem como finalidade primordial fornecer um conjunto de recomendações normativas que auxiliem os autores na elaboração de relatórios de revisão sistemática e na elaboração de meta-análises. Neste sentido, assegura-se que o leitor possua acesso à informação necessária para compreender cabalmente os procedimentos metodológicos empregues, exercer uma avaliação crítica fundamentada e ter a possibilidade de replicar os métodos aplicados com um elevado grau de fiabilidade. Não obstante, é essencial clarificar que este referente não constitui um instrumento para a avaliação da qualidade intrínseca da revisão sistemática, funcionando antes como uma ferramenta de estruturação do relato, garantindo que este seja caracterizado pela transparência plena, sistematização rigorosa e reprodutibilidade integral (Moher et al., 2010). De facto, a relevância demonstrada desta abordagem metodológica e a sua denotada utilidade conduziram à sua cristalização enquanto padrão internacionalmente reconhecido, consolidando-se como uma orientação de relato influente e amplamente utilizada no contexto global (Page et al., 2021).

3.1. Elaboração da pesquisa bibliográfica

De modo a alcançar os objetivos delineados, a identificação da literatura foi realizada, como mencionado previamente, através de uma pesquisa baseado em palavras-chave, assente nas orientações da declaração PRISMA (Moher et al., 2010). Importa frisar que a declaração mencionada anteriormente foi ajustada de modo a garantir a sua pertinência face aos objetivos específicos do estudo.

A cadeia de pesquisa implementada foi a seguinte: "*Energy Transition*" AND ("*Facilitating factors*" OR "*Hindering factors*" OR "*Winners*" OR "*Losers*" OR "*Advantages*" OR "*Disadvantages*" OR "*Drivers*"). Estes termos foram aplicados em duas bases de dados: SCOPUS e *Web of Science*. As duas bases de dados foram escolhidas derivado das suas respetivas capacidades em reunir um vasto corpo de literatura científica revista por pares. No que diz respeito à primeira base de dados mencionada, os termos supramencionados foram empregues no campo "*Topic*" (campo esse que, na SCOPUS, inclui subcampos como "*Title*",

“*Abstract*”, “*keyword plus*” e “*author keywords*”). Relativamente à segunda base de dados referida, os termos foram utilizados no campo “*Article title*”, “*Abstract*” e “*Keywords*”. Esta pesquisa inicial foi realizada em Janeiro de 2026 e originou 4046 resultados, dos quais 2699 pertenciam à SCOPUS e 1347 à *Web of Science*.

3.2. Critérios para inclusão e exclusão

Para os fins da presente investigação, foram unicamente considerados artigos científicos revistos por pares e publicados em língua inglesa. Assim, foram excluídos livros, atas de conferência, textos editoriais, relatórios técnicos e notas de investigação. A seleção dos artigos não contemplou qualquer restrição temporal relativamente ao ano de publicação em causa. Após a leitura dos *abstracts*, foram igualmente excluídos artigos centrados na análise de tecnologias relacionadas com a transição energética, dado que esse tipo de abordagem resultava num conteúdo de natureza marcadamente técnico.

3.3. Resultados da pesquisa bibliográfica

Os 4046 resultados supramencionados foram posteriormente importados para o *Zotero* e *Rayaan*, dois *softwares* que permitem a remoção de artigos duplicados. Após a remoção dos mesmos, a lista de artigos foi condensada em 2812 artigos. Dessa lista, 2152 correspondiam a artigos científicos revistos por pares, 447 a atas de conferência, 187 a capítulos de livros e 26 a livros.

Na fase seguinte, procedeu-se à eliminação das atas de conferência, capítulos de livros e livros, resultando nos 2152 artigos científicos anteriormente referidos. Seguidamente, foi levado a cabo uma triagem manual dos artigos ao nível dos respetivos resumos, com vista a determinar a sua pertinência para inclusão na presente revisão sistemática. Este processo traduziu-se na retenção de 126 artigos.

Posteriormente, foi realizada a leitura integral dos 126 artigos previamente selecionados. Esta etapa, de carácter mais aprofundado, permitiu avaliar de modo criterioso a relevância e a congruência conceptual de cada estudo face ao objetivo da presente revisão, culminando na seleção de 92 artigos.

Na Figura 1 é possível observar, de forma sintetizada, a estratégia empregue na pesquisa da literatura e os critérios de elegibilidade adotados. O diagrama permite

acompanhar de forma estruturada o processo de identificação e de triagem realizado, contribuindo para uma visualização clara e transparente do método de seleção dos artigos.

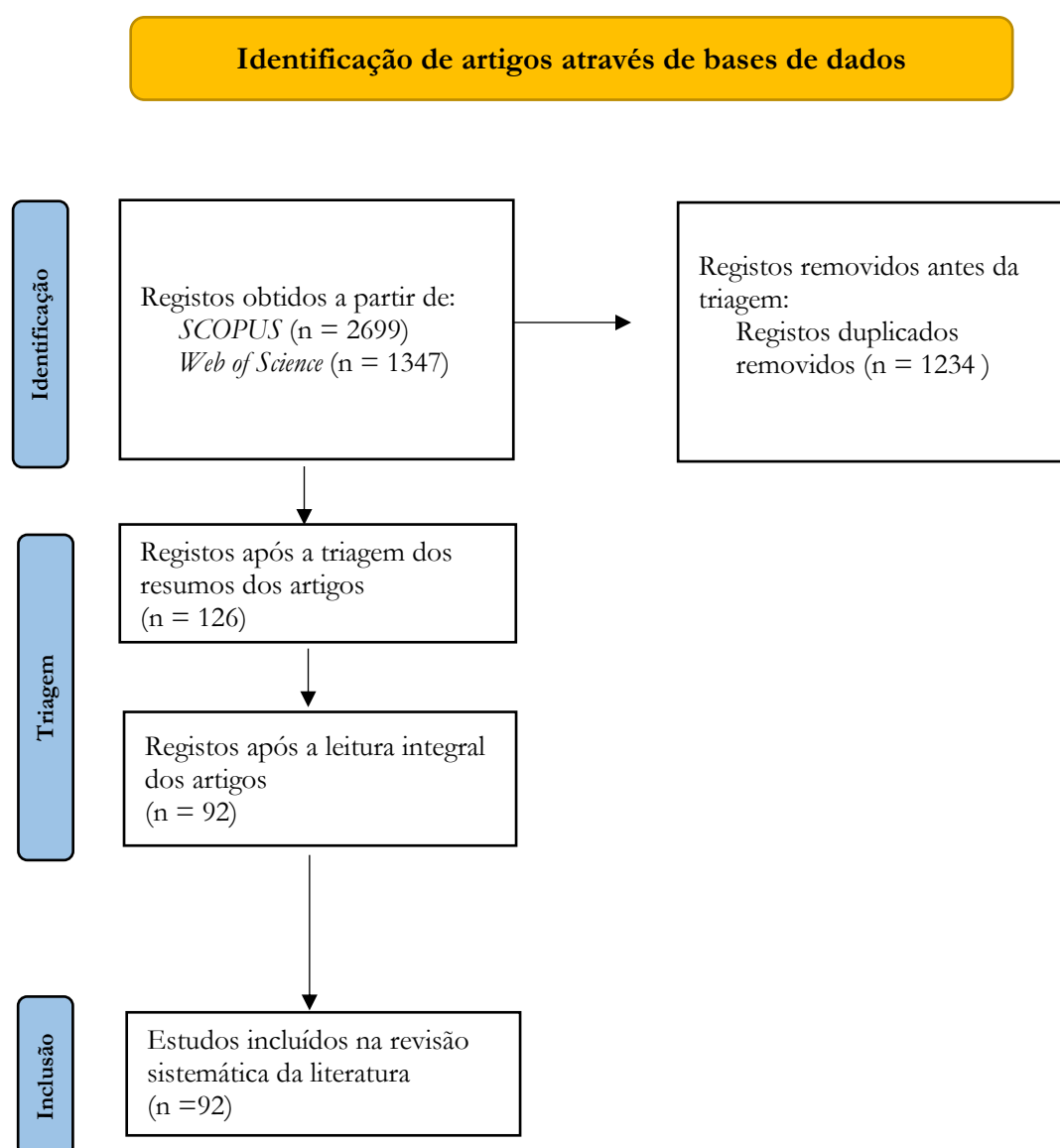


Figura 1 – Diagrama de fluxo PRISMA 2020 (adaptado [<https://www.prisma-statement.org>]).

4. Síntese dos resultados da literatura

4.1. Revistas científicas representadas

A revista *Energy* destacou-se como a revista científica com maior representatividade na presente RSL, totalizando sete artigos do material empírico considerado, sendo seguida pela revista *Renewable Energy* que contribuiu com cinco artigos. Posteriormente, a *Energy Strategy Reviews*, *Sustainability* e *Energies* registaram quatro artigos cada. Adicionalmente, verificou-se que os periódicos *Sustainable Development*, *Energy Research and Social Science*, *Utilities Policy*, *Economic Analysis and Policy* e *Energy Policy* compuseram o *corpus* da análise com três artigos cada. Na figura 2 é possível observar as revistas científicas que contribuíram com mais de um artigo para a presente investigação.

É crucial destacar que este estudo abrangeu um total de 60 revistas científicas, o que evidencia a pluralidade de periódicos que atribuem relevância à temática da transição energética e dos respetivos fatores críticos numa variedade de contextos.

Algo igualmente importante a sublinhar prende-se com o facto de se verificar uma acentuada concentração geográfica no que diz respeito às editoras a que pertencem as revistas científicas consideradas (figura 3). Cerca de 83% das editoras são europeias (48 das 58 editoras identificadas), sendo que as três principais no presente estudo são: *Elsevier UK* (17 revistas), *Elsevier Netherlands* (5 revistas) e *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI) Switzerland* (4 revistas). No âmbito das editoras sediadas fora do continente europeu, estas localizam-se na América do Norte (7 das 58) (exclusivamente nos Estados Unidos da América (EUA)) e no continente asiático (3 das 58).

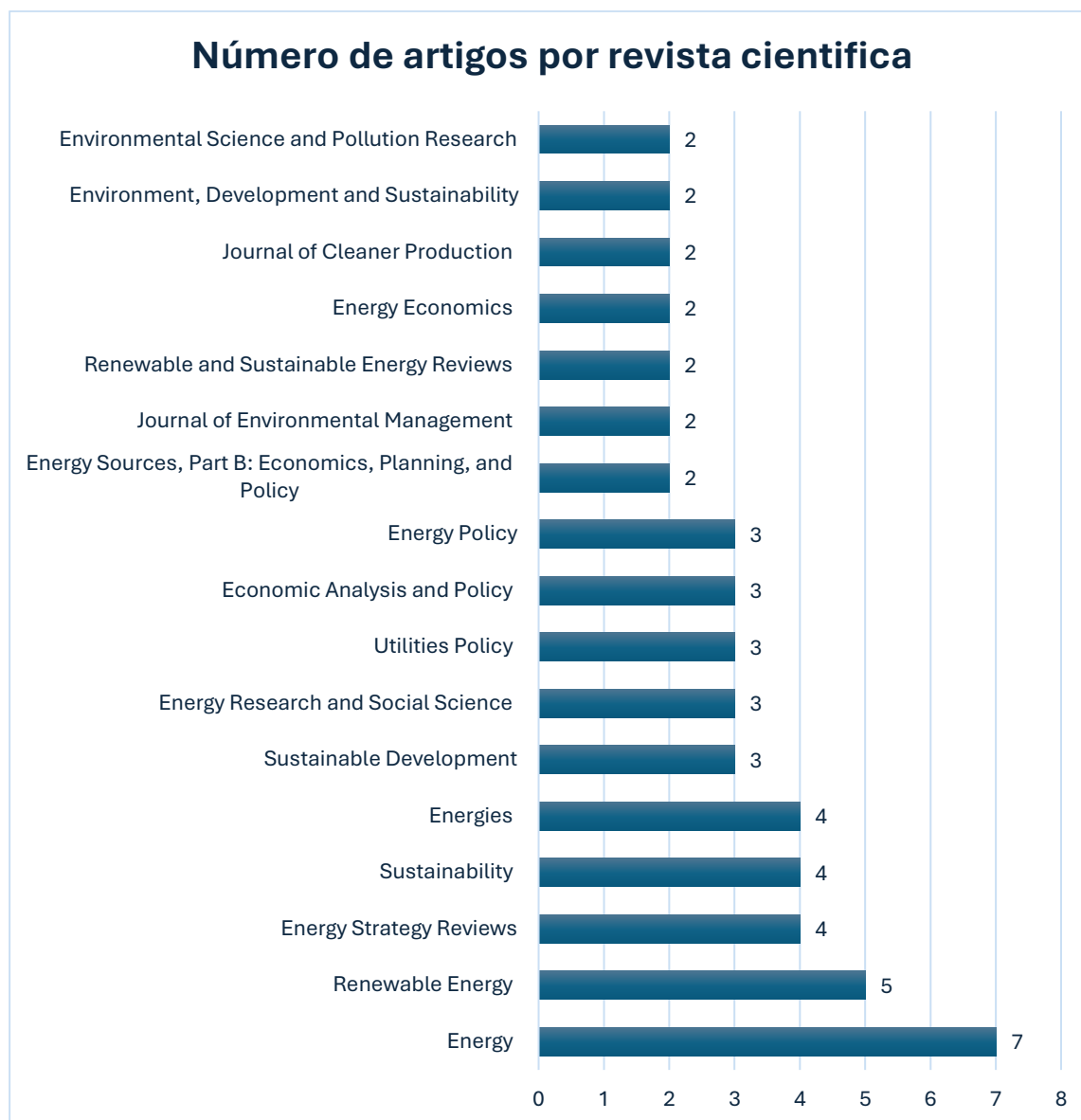


Figura 2 – Revistas científicas com mais de um artigo abrangido na investigação. Fonte: elaboração própria.

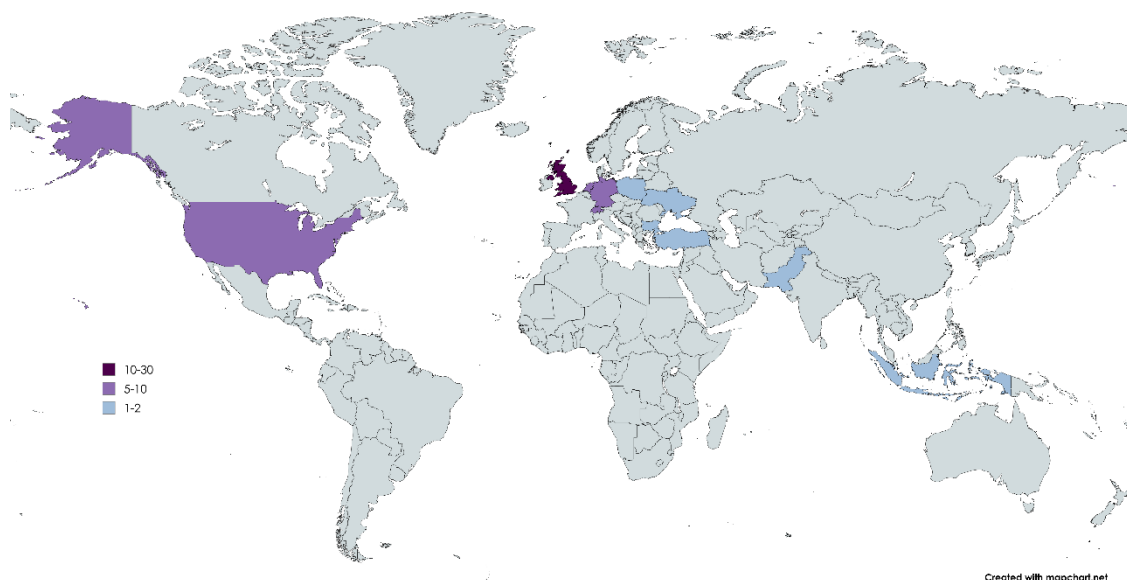


Figura 3 – Número de editoras em cada país. Fonte: Elaboração própria.

Quanto aos indicadores de desempenho das revistas científicas, destacam-se os conceitos de fator de impacto (“*Journal Impact Factor*”), o ranking SJR (“*Scimago Journal Ranking*”) e a estratificação por quartis. Relativamente ao primeiro parâmetro mencionado, o cálculo é realizado com base num quociente: relaciona-se o volume total de citações no ano em causa – referentes a artigos de um determinado periódico científico dos dois anos precedentes – com o montante global de artigos veiculados pela revista científica em questão no referido biénio (Garfield, 2006). Com esta delimitação temporal, o indicador permite aferir a proeminência e a atualidade da produção científica observada no periódico relativamente ao cenário académico contemporâneo. Em termos do ranking SJR, este é calculado através da razão entre o total de citações ponderadas recebidas por uma revista num determinado ano – referentes aos três anos anteriores – e o montante total de publicações citáveis nesse periódico no intervalo dos três anos em causa. (Scimago Journal & Country Rank, 2026). Associado ao ranking existe uma estratificação em quatro quartis. Essa estratificação permite oferecer uma métrica comparativa que indica se a revista se posiciona entre as mais influentes dentro da sua área específica de conhecimento.

Na presente investigação, a revista científica com o fator de impacto mais baixo foi o *Journal of Law and Legal Reform*, com um fator de 3. Este valor significa que, em média, cada

publicação nos últimos dois anos no *Journal of Law and Legal Reform* foi citado três vezes durante o ano em análise. No espectro oposto, o *Renewable and Sustainable Energy Reviews* apresentou um fator de 464.

Relativamente ao ranking SJR, o periódico com um resultado mais baixo foi, de novo, o *Journal of Law and Legal Reform* com um valor de 0.152, evidenciando um grau de citações e nível de influência da revista modesto. Em sentido inverso, a *Energy Economics* apresentou o valor mais elevado das revistas científicas consideradas, com um valor de 3.919.

No que toca aos quartis das revistas científicas presentes neste estudo, a vasta maioria enquadra-se no 1º quartil (cerca de 67%), o que demonstra uma clara predominância de fontes com prestígio e influência na sua respetiva área de conhecimento (Figura 4).

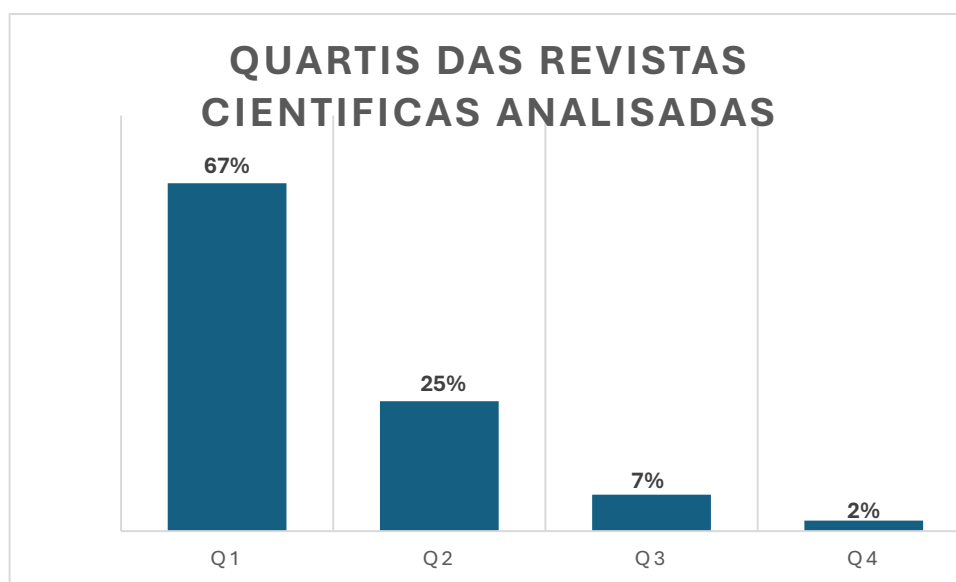


Figura 4 – Distribuição percentual das revistas científicas analisadas por quartil (SJR).
Fonte: Elaboração própria.

4.3. Evolução temporal da produção científica

Como mencionado anteriormente, optou-se por não aplicar restrições de natureza temporal, permitindo desta forma obter um panorama fidedigno da evolução da produção científica em torno da problemática explorada.

Não obstante a ausência da restrição supramencionada, a análise documental revelou uma literatura manifestamente recente, com o artigo mais antigo presente neste estudo a

datar de 2019 (Figura 5). Para além disso, tem-se verificado uma aceleração, na presente década, da produção científica sobre a temática em análise, com 2025 em destaque com 41 artigos publicados (dos 92 contemplados). Este aumento exponencial sugere que a temática adquiriu uma relevância académica sem precedentes, algo que poderá ser eventualmente explicado pela volatilidade verificada nos mercados energéticos globais nos últimos anos.

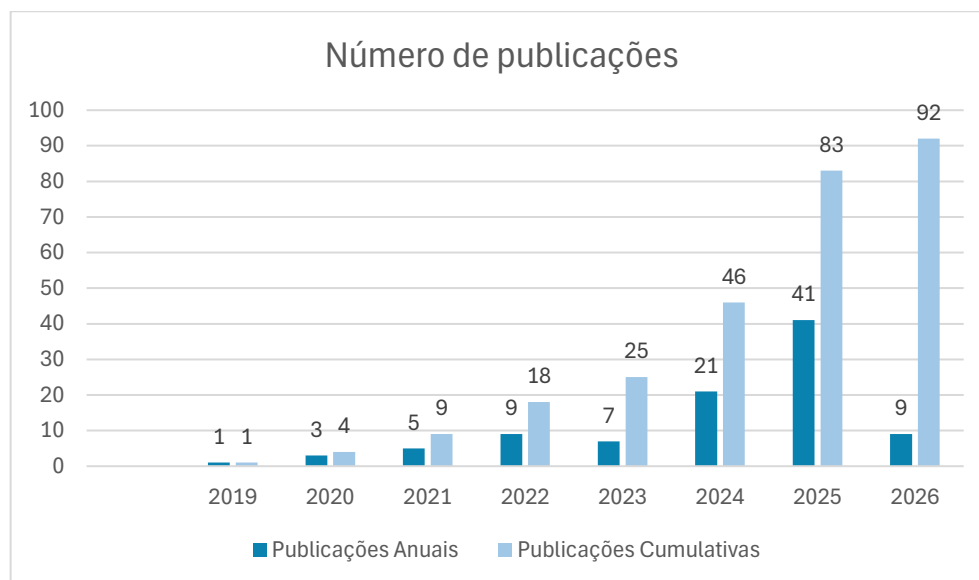


Figura 5 – Evolução da produção científica: número de publicações e volume cumulativo. Fonte: Elaboração própria.

4.4. Distribuição geográfica dos casos de estudo

No conjunto dos artigos revistos foram identificados 155 países, como evidenciado pelo mapa mundo elaborado (figura 6). Tendo em conta que o número total de países é 195 – como verificado em Worldometer (2026) –, constata-se que aproximadamente 79% foram objeto de estudo. Esta representatividade geográfica sublinha a amplitude dos contextos examinados na presente temática.

Relativamente à prevalência geográfica dos estudos, a China assume particular proeminência, com 28 dos 92 artigos a analisarem o país asiático (figura 6.). De seguida, surgem dois países do continente europeu - a Itália e a Alemanha - sendo abordados em 19 e 17 artigos, respetivamente. Adicionalmente, verifica-se uma representatividade equitativa entre o Brasil, EUA, França e Suécia, com 16 artigos cada, enquanto o México, a Turquia, Países Baixos e Espanha foram contemplados em 15 estudos.

Com base no mapa mundo e observando a distribuição regional das nações com maior representatividade – definidas pelo patamar de doze ou mais artigos – salienta-se uma concentração significativa no continente europeu. Esta região concentra 15 dos 27 países aferidos no segmento mencionado, o que representa cerca de 56%. O continente asiático ocupa a segunda posição na hierarquia regional com 6 países (aproximadamente 32%), o continente americano com 4 países (cerca de 15%), o continente africano e a Oceânia com 1 país cada um (aproximadamente 4% cada). Ao examinar a que região pertencem os países que fazem parte do patamar supramencionado, torna-se exequível identificar os continentes que assumem um papel verdadeiramente recorrente na literatura. Deste modo, mitigam-se as distorções associadas à sub-representação ou sobre representação de determinadas regiões, que poderiam surgir da inclusão de países abordados esporadicamente. Em termos dos resultados aferidos, a predominância do continente europeu pode estar associada à maior disponibilidade de dados que facilita a realização de estudos empíricos mais robustos.

No âmbito de organizações e alianças entre países, a OCDE sobressai com 7 artigos a analisarem os fatores da transição energética no contexto desta organização. De seguida surgem a União Europeia (3), BRICS (2), G7 (1) e BRICS + (isto é, o grupo formado pelos países originais - Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul – juntamente com os países que aderiram posteriormente) (1).

É pertinente salientar que alguns artigos científicos não especificam os países analisados – sendo exemplo disso os estudos de Heeß et al. (2026) e de Eppe et al. (2025) – o que impossibilita a contabilização das nações que poderão ter sido objeto de estudo nessas investigações.

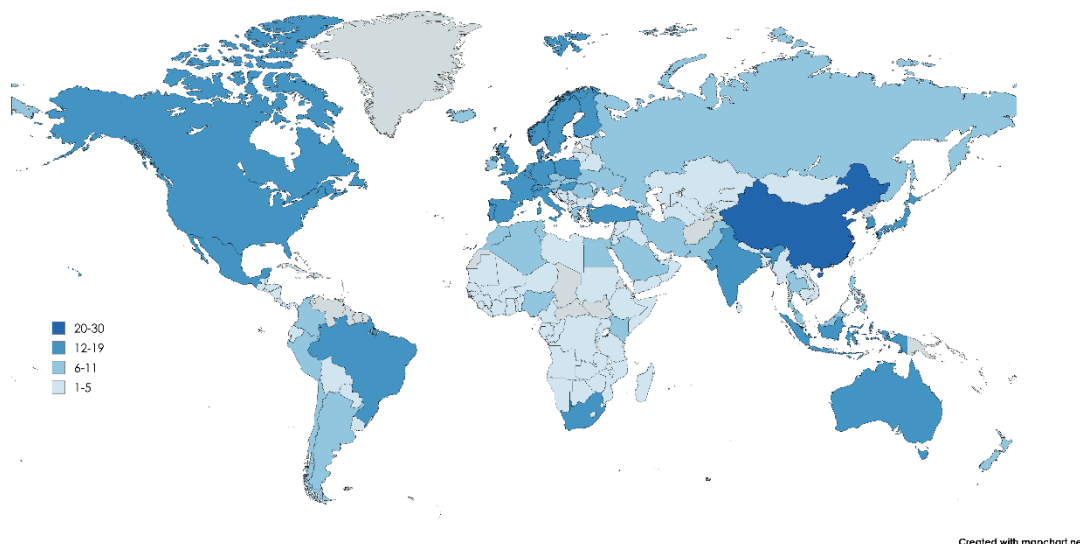


Figura 6 - Distribuição geográfica dos casos de estudo. Fonte: Elaboração própria.

4.5. Distribuição geográfica dos autores

Nesta secção, identificar-se-á a proveniência geográfica dos autores responsáveis pelos estudos seleccionados. De modo a salvaguardar a coerência e a comparabilidade de resultados, foi tido em conta o campo “Autor Correspondente” nos respetivos artigos científicos. Os resultados evidenciam uma predominância expressiva de autores chineses no conjunto dos estudos analisados (25 em 92 artigos), o que sublinha o peso significativo do contexto científico chinês para a investigação no domínio da transição energética (figura 9). Após a China, surge a Turquia com uma representação assinalável, totalizando 8 autores. Seguidamente, encontra-se os EUA, com 4 autores, o que evidencia uma distribuição intercontinental na autoria dos artigos e sugere a participação de diversos centros de investigação no estudo do tema. No entanto, apesar da distribuição mencionada, os restantes países apresentam uma representação igual ou inferior a 3, o que evidencia uma desigualdade clara, já que a produção científica se concentra num número limitado de países.

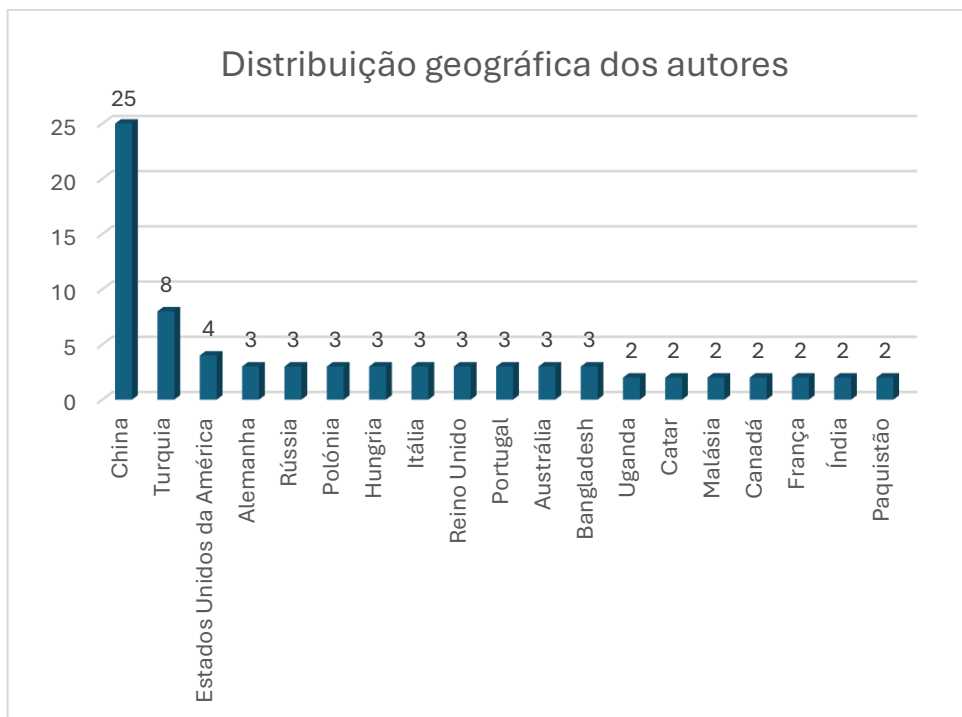


Figura 7 - Distribuição geográfica dos autores. Foram considerados exclusivamente os países representados pelo menos duas vezes. Fonte: Elaboração própria.

5. Fatores críticos na transição energética

5.1. Síntese dos fatores PEEST analisados

Na Figura 10 podemos observar a ocorrência de cada categoria presente na Análise PEEST, tendo por base a frequência com que a literatura aborda os fatores associados às diferentes categorias identificadas. Deste modo, torna-se possível visualizar de modo conciso os domínios que se destacam na produção científica analisada.

Os fatores “Económicos” evidenciam-se como os mais recorrentes, estando presente em 63 dos 92 artigos analisados. Este facto sugere que a literatura confere especial primazia a temas como o crescimento do produto interno bruto (PIB), o desenvolvimento financeiro e o preço das fontes de energia. Este resultado corrobora a proeminência da dimensão económica nos estudos relativos à transição energética (Muhire et al., 2024). Tal resultado sugere que a implementação bem-sucedida da transição está fortemente condicionada pela exequibilidade e competitividade do quadro económico e financeiro subjacente.

De seguida, surgem os fatores “Políticos” com 42 ocorrências. Este resultado evidencia a relevância significativa que a literatura confere aos mecanismos de governação e a tópicos como os riscos geopolíticos e a insegurança energética. Consequentemente, a dimensão política emerge como um eixo essencial de análise, uma vez que a integração das determinantes com um teor político configura os parâmetros de desenvolvimento e a robustez do processo de transição energética.

Com uma relevância similar aos fatores “Políticos” encontram-se os fatores “Tecnológicos”, com 40 ocorrências. Fatores como a economia digital, a inteligência artificial (IA) e a inovação tecnológica de modo mais amplo têm sido objeto de um escrutínio cada vez maior no seio da produção científica. A frequência com que estas temáticas têm surgido consubstancia o crescente consenso em torno da ideia de que a transição energética carece de uma análise que contemple a incorporação sistémica dos progressos tecnológicos verificados.

Seguidamente surgem os fatores “Sociais”, registando 26 ocorrências. Pese embora a sua menor proeminência face às categorias supramencionadas, estes fatores demonstram igualmente relevância na literatura em questão. Aspetos como a urbanização, a capacitação e qualificação dos cidadãos bem como os fenómenos de resistência social às alterações dos sistemas energéticos desempenham, por vezes, um papel preponderante na viabilidade e sucesso das transformações energéticas. A presença da dimensão social na análise académica evidencia que a transição energética se trata igualmente de um processo sociocultural complexo.

Por último, surgem os fatores “Ambientais” com 13 ocorrências, posicionando-se como a categoria com a menor frequência no conjunto da literatura analisada, resultado esse que pode ser visto como contraditório uma vez que a transição energética parte de um imperativo ambiental. Alguns dos indicadores inseridos no âmbito ambiental são a emissão de dióxido de carbono, o consumo de energias renováveis e a área florestal existente. Neste contexto, uma possível interpretação para a menor incidência de análise destes fatores pode estar relacionada com a sua integração transversal nos demais domínios, nos quais as metas ambientais surgem como o resultado lógico do processo em causa. Esta possibilidade leva a que, consequentemente, se relegue a autonomização do domínio ambiental enquanto categoria de análise.

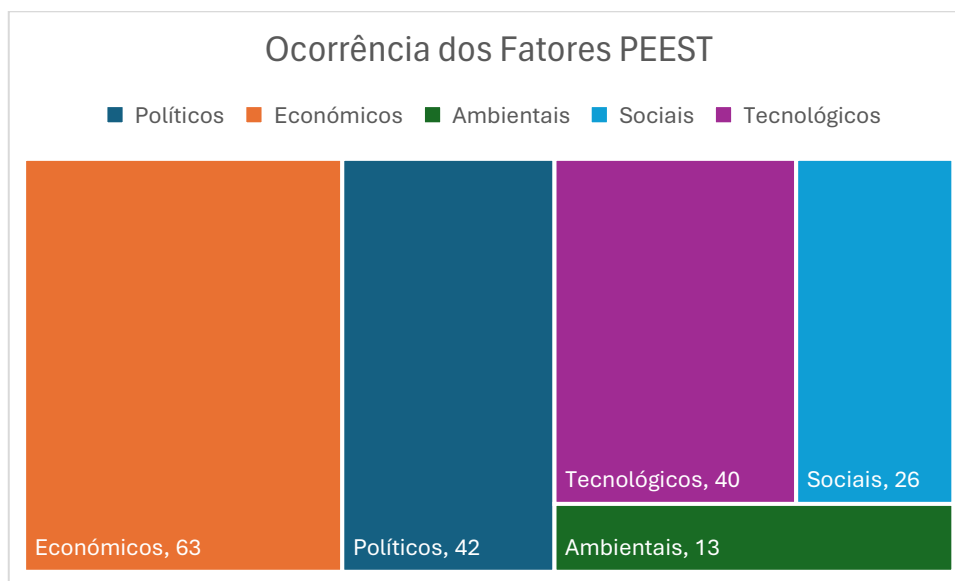


Figura 8 -Número de ocorrências dos Fatores PEEST na literatura analisada. Fonte: Elaboração própria.

5.2. Efeitos dos principais fatores identificados

Em consonância com a metodologia delineada no ponto 3., a Tabela 1 expõe a natureza multidimensional da transição energética, sistematizando os seus fatores críticos em cinco eixos fundamentais, sob a égide do modelo PEEST. A estrutura apresentada na tabela é organizada através de uma dupla vertente: pela sua dimensão temática e pela codificação qualitativa associada – positiva (+), negativa (-) ou misto (o) – permitindo uma leitura comparada sobre a forma como cada fator atua, de modo generalizado. Assim, é possível compreender os vetores de aceleração e os entraves à trajetória da transição energética.

É essencial destacar que alguns dos fatores referidos na tabela exibem uma marcada interdependência e sobreposição concetual, podendo ser enquadrados em mais do que um domínio. Tal facto é reflexo da complexidade do fenómeno da transição energética. Metodologicamente, optou-se por posicionar cada determinante no eixo considerado predominante, embora se reconheça que existem aspetos que poderiam justificar a sua presença em dimensões alternativas.

Tabela 1 - Fatores críticos da transição energética. Fonte: Elaboração própria.

Fatores	Referências	Efeito predominante
Político		
Estabilidade política	Alimuddin et al., 2026; Baharudin et al., 2025; Cheikh & Zaied, 2024; Heeß et al., 2026; Khan e Wyrwa, 2025; Li et al., 2024; Li et al., 2025; Saadaoui, 2022; Sakhraoui et al., 2023; Singhanian e Gupta, 2025; Wang et al., 2022	+
Investimento governamental em energias renováveis	Halldén et al., 2025; Heeß et al., 2026; Tao et al., 2025; Zhindon-Almeida e Ruiz-Carrillo, 2025	+
Estado de Direito	Abbas et al., 2026; Khan e Wyrwa, 2025; Li et al., 2024, Li et al., 2025	+
Corrupção	Boffardi et al., 2021; Halldén et al., 2025; Inglesi-Lotz, 2023; Li et al., 2025; Saadaoui, 2022; Todd e McCauley, 2021	-
Grupos de pressão do setor energético convencional	Brauers e Oei, 2020; Todd e McCauley, 2021	-
Severidade das políticas ambientais	Abbas, 2025; Aydin et al., 2024; Dong et al., 2025; Li et al., 2024; Lin et al., 2024; Mushtaq et al., 2025; Zhang et al., 2025	+
Parcerias público privadas	Bhattarai et al., 2022; Zhindon-Almeida e Ruiz-Carrillo, 2025	+
Compromissos internacionais	Dogan et al., 2022; Olawuyi, 2020	+
Qualidade regulatória	Inglesi-Lotz, 2023; Li et al., 2024; Shittu et al., 2025;	+
Políticas energéticas inconsistentes	Zhindon-Almeida e Ruiz-Carrillo, 2025	-
Insegurança energética	Afonso et al., 2021; Brauers e Oei, 2020; Heeß et al., 2026; Lin et al., 2024	-
Riscos geopolíticos	Cheikh e Zaied, 2023,2024; Lin et al., 2024; Liu et al., 2023	O

Despesas militares	Kilinc-Ata et al. (2024)	-
Poder limitado das autoridades locais	Maliszewska-Nienartowicz e Stefański, 2024	-
Económico		
Crescimento do PIB	Abbas et al., 2026; Cheikh e Zaied, 2023,2024; Dai et al. 2025; Halldén et al., 2025; Hassan et al., 2025; Heeß et al., 2026; Inglesi-Lotz, 2023; Li et al., 2024; Li et al. 2025; Lou et al.,2025; Jiang e Wang, 2025; Marra et al., 2025; Mukhtarov, 2024; Pantcheva, 2024; Saadaoui, 2022; Singhania e Gupta, 2025; Vasa et al., 2024; Yu et al., 2025	+
Abertura Comercial	Abbas, 2025; Afonso et al., 2021; Boffardi et al. 2021; Cheikh e Zaied, 2024; Borozan e Pirgaip, 2023; Dai et al.,2025; Fikru e Kilinc-Ata, 2025; Hassan et al., 2025; Heeß et al., 2026; Houssam et al., 2024; Li et al., 2025; Marra et al., 2025; Qamaruzzaman, 2025; Sheraz et al., 2024; Singhania e Gupta, 2025; Yu et al., 2025	+
Desenvolvimento financeiro (no setor das energias renováveis)	Benfica e Marques, 2024; Essed et al., 2025; Hassan et al., 2025; Jiang e Wang, 2025; Li et al., 2023; Li et al., 2024; Li et al., 2025; Majeed et al., 2025; Oruç et al., 2025; Saadaoui, 2022; Tang et al., 2025; Ullah et al., 2025; Wang et al., 2023; Yu et al., 2025	+
Investimento direto estrangeiro	Dai et al., 2025; Halldén et al., 2025; Hassan et al., 2025; Qamaruzzaman, 2025; Rubio e Jáuregui 2022; Xuan, 2025; Yu et al., 2025	+
Globalização	Aydin et al., 2024; Dai et al., 2025; Lin et al.,	-

	2024; Qamaruzzaman, 2025;	
Instabilidade económica (incluir aqui a instabilidade macroeconómica e a volatilidade financeira)	Lou et al., 2025; Nuta et al., 2025; Nyiwul et al., 2025; Zhindon-Almeida e Ruiz-Carrillo, 2025;	o
Subida dos preços das energias convencionais	Alvi et al., 2025; Heeß et al., 2026; Mukhtarov, 2024; Murshed e Tanha, 2020; Oruç et al., 2025; Vasa et al., 2024; Wang et al., 2025	+
Liberdade económica	Aydin et al., 2024	+
Remessas de imigrantes	Yadou et al., 2023	o
Crises energéticas	Heyen e Wolff, 2019	+
Ambiental		
Emissões de dióxido de carbono	Afonso et al., 2021; Cheikh e Zaied, 2024; Feil et al., 2024; Li et al., 2024; Marra et al., 2025; Mukhtarov, 2024; Pantcheva, 2024; Singhania e Gupta, 2025; Vasa et al., 2024; Xuan, 2025	-
Área florestal	Wu e Davis, 2025	+
Poluição do ar (PM 2.5.)	Wu e Davis, 2025	+
Consumo de energias renováveis	Houssam et al., 2024; Feil et al., 2024	+
Índice Temperatura "Terra-Oceano"	Vasa et al., 2024	+
Risco de exaustão dos combustíveis fósseis	Olawuyi, 2020	+
Gás Natural	Olawuyi, 2020	+
Social		
Urbanização	Dai et al., 2025; Li et al., 2024; Oruç et al., 2025; Pantcheva, 2024; Wu e Davis, 2025; Zhang et al., 2025	o
Aumento das Qualificações	Bayulgen, 2020; Ji et al., 2025; Li et al., 2025; Maliszewska-Nienartowicz e Stefański, 2024; Pantcheva, 2024; Qamaruzzaman, 2025; Yu et al., 2025; Zhindon-Almeida e Ruiz-Carrillo, 2025	+
Igualdade de Género	Abbas et al., 2026; Li et al., 2025	+
Resistência sociocultural	Brauers e Oei, 2020; Maliszewska-Nienartowicz e Stefański, 2024; Schimpf et al., 2021;	-

	Zhindaon-Almeida e Ruiz-Carrillo, 2025	
Mobilização social em torno da transição energética	Heeß et al., 2026; Heyen e Wolff, 2019; Nigris e Giuliano, 2023	+
Densidade Populacional	Benfica e Marques, 2024; Pantcheva; 2024; Yu et al., 2025	o
Envelhecimento Populacional	Lee et al., 2025	+
Valorização social da estabilidade do modelo fóssil	Brauers e Oei, 2020; Schimpf et al., 2021	-
Tecnológico		
Economia Digital	Al-Maadid et al., 2026; Alimuddin et al., 2026; Hassan et al., 2025; Li et al., 2024; Pantcheva, 2024; Pata et al., 2023	+
Inteligência Artificial	Al-Maadid et al., 2026; Essed et al., 2025; Gao et al., 2025; Heeß et al., 2026; Majeed et al., 2025; Sun et al., 2025; Xu et al., 2025	+
Investigação e Desenvolvimento	Abbas, 2025; Al-Maadid et al., 2026; Benfica e Marques 2024; Borozan e Pirgaip, 2023; Gajdzik et al., 2025; Khan e Wyrwa, 2025; Li et al., 2023; Marra et al., 2025; Mushtaq et al., 2025; Pata et al., 2023; Wang et al., 2023	+
Inovação Tecnológica	Abbas, 2025; Abbas et al., 2026; Boffardi et al., 2021; Dogan et al., 2022; Dong et al., 2025; Gajdzik et al., 2025; Hassan et al., 2025; Heyen & Wolff, 2019; Hossain et al., 2024; Jiang e Wang, 2025; Khan et al., 2022; Lee e Tang, 2022; Luo e Rasheed, 2025; Qamruzzaman e Swarna, 2025; Sheraz et al., 2024; Yu et al., 2025; Zhang et al., 2025; Zhindaon-Almeida e Ruiz-Carrillo, 2025	+

Seguidamente serão explorados os fatores com maior detalhe, tendo por base os artigos incluídos na RSL. Esporadicamente, serão mencionados fatores que não surgem com frequência na literatura, mas que são considerados, nos respetivos artigos, pertinentes para o contexto atual.

5.2.1. Fatores políticos

Os fatores políticos constituem o segundo grupo com maior recorrência na literatura abordada (figura 10).

A literatura indica que o **Estado de Direito** tem um efeito positivo na transição energética (Abbas et al., 2026; Li et al., 2024, Li et al., 2025). Este fator é importante uma vez que permite assegurar não só regimes jurídicos consistentes como também a sua aplicação eficaz. Adicionalmente, é reforçada a transparência e a responsabilidade institucional. Deste modo, a confiança no setor das energias renováveis é fomentada o que, consequentemente, promove a transição energética (Abbas et al., 2026; Li et al., 2025). Numa ótica semelhante, Khan e Wyrwa (2025) verificaram que um Estado de Direito que exiba vulnerabilidades influencia negativamente a transição energética.

Uma determinante associada ao Estado de Direito é a **estabilidade política**. A importância deste fator é notória quando se consideram as consequências da sua ausência: um agravamento dos riscos inerentes aos processos de governação, nomeadamente ao nível da previsibilidade regulatória. Para além disso, um ambiente de incerteza afeta de modo negativo a perceção dos investidores relativamente ao contexto económico e institucional, fragilizando as condições de previsibilidade necessárias para a tomada de decisões informadas, nomeadamente as de médio e longo prazo. Consequentemente, observam-se atrasos na concretização de projetos, particularmente em áreas que dependem de financiamento avultado e enquadramentos legislativos estáveis, como as áreas associadas à transição energética (Khan e Wyrwa, 2025). Neste sentido, e em linha com os efeitos mencionados previamente, a literatura tem vindo a evidenciar que a estabilidade política desempenha um papel determinante na promoção da transição energética, favorecendo um contexto institucional consistente e previsível que permite a implementação de políticas eficazes (Baharudin et al., 2025; Ben Cheikh e Ben Zaied, 2024; Heeß et al., 2026; Li et al., 2024; Li et al., 2025; Muhire et al., (2026) Saadaoui, 2022; Sakhraoui et al., 2023). De forma complementar, diversos estudos apontam que a **instabilidade política** prejudica o progresso da transição, ao intensificar os obstáculos e induzindo efeitos adversos (Alimuddin

et al., 2026; Khan e Wyrwa, 2025; Wang et al., 2022). No entanto, Singhanian e Gupta (2025) ao analisarem 77 países no período de 1990 a 2020, verificaram que a estabilidade política afetou de modo negativo o consumo de energias renováveis e, conseqüentemente, a transição energética, embora não tenham apresentado uma explicação para o resultado que observaram.

Não obstante a relevância da estabilidade política, a literatura considera outros elementos essenciais que moldam o contexto institucional da transição energética, como é o caso da **corrupção**. A literatura tem demonstrado que este fator é altamente pernicioso para a transição energética (Boffardi et al., 2021; Todd e McCauley, 2021). Este fenômeno compromete a alocação de recursos públicos para o setor das energias renováveis, levando a desvios financeiros e a consultas inadequadas com as partes interessadas (Boffardi et al., 2021). Em contrapartida, o controle efetivo da corrupção revela-se um elemento facilitador da transição em causa (Halldén et al., 2025; Inglesi-Lotz, 2023; Li et al., 2025; Saadaoui, 2022). O fortalecimento das medidas de anticorrupção permite assegurar a execução eficaz de políticas ambientais, permitindo potencializar a competitividade do setor de energias renováveis e, conseqüentemente, estimular o fluxo de investimentos no setor (Halldén et al., 2025; Saadaoui, 2022).

Para além dos fatores de governação acima discutidos, os **apoios governamentais em matéria de energia** são igualmente alvo de análise na literatura, uma vez que têm o potencial de moldar o desenvolvimento dos processos energéticos nos diversos países. Os estudos têm demonstrado que os mecanismos governamentais de apoio às energias renováveis – englobando investimentos públicos diretos e medidas fiscais específicas – funcionam como catalisadores para o desenvolvimento da transformação energética (Halldén et al., 2025; Heeß et al., 2026; Tao et al., 2025; Zhindon-Almeida e Ruiz-Carrillo, 2025). Por outro lado, os **incentivos governamentais a energias convencionais** revelam-se altamente contraproducentes para a transição energética, reforçando vínculos estruturais a combustíveis fósseis e prejudicando a paridade concorrencial das energias renováveis (Brauers e Oei, 2020).

A **exigência e a severidade das políticas ambientais**, tais como as políticas fiscais em causa, são igualmente objeto de escrutínio na produção científica, sob a forma de um indicador composto denominado de “*Environmental Policy Stringency*” (Abbas, 2025). A evidência empírica tem vindo a demonstrar de uma forma robusta que o indicador se associa

de forma positiva com a transição energética, penalizando práticas ambientalmente prejudiciais e promovendo a reformulação estratégica das matrizes energéticas (Abbas, 2025; Aydin et al., 2024; Li et al., 2024; Lin et al., 2024; Mushtaq et al., 2025). Em sentido contrário, Dong et al. (2025) verificou que o aumento de uma das componentes deste indicador – particularmente impostos de âmbito climático – exerceram efeitos desfavoráveis na transição dos países nórdicos. Estes autores salientaram a importância de um regime fiscal meticulosamente ajustado para evitar distorções imprevistas nos incentivos à descarbonização. Zhang et al. (2025) constatou resultados análogos, ao verificar que o agravamento da tributação de carácter climático teve um efeito negativo no consumo das energias renováveis nos países da organização BRICS e na Turquia (denominado pelos autores de BRICS-T). No entanto, sublinharam que este efeito negativo é menos acentuado quando comparado ao impacto gerado por uma contração dos impostos correspondentes.

Além dos mecanismos de governação mencionados e tradicionalmente estudados, uma análise recente, elaborada por Kilinc-Ata et al. (2024), destacou as **despesas militares** como um fator influente na transição energética. No âmbito da sua investigação, os autores observaram que o aumento das despesas militares exerceu efeitos negativos sobre a oferta das energias renováveis nos países da OCDE. Os autores argumentam que tal evidência resulta de uma dinâmica de competição entre a alocação a gastos militares e a alocação a projetos associados às energias renováveis. Desta forma, os próprios consideram imperativo distinguir os recursos financeiros destinados a cada um destes domínios e reforçar o enquadramento legislativo.

A dinâmica da transição energética é igualmente condicionada pelos **riscos geopolíticos**. Este conceito é abordado por Caldara e Iacoviello (2022), que o operacionalizam através de um índice assente na frequência de notícias sobre conflitos e episódios de instabilidade no panorama internacional. Ao espelhar a visibilidade e relevância dada a estes acontecimentos, o índice permite uma compreensão mais aprofundada da forma como estes eventos influenciam os decisores económicos e políticos. A evidência disponível demonstra que o risco geopolítico tem um efeito misto sobre a transição energética (Cheikh e Zaied, 2023,2024; Lin et al., 2024; Liu et al., 2023). Estes autores observam que, por um lado, um incremento do risco geopolítico afeta negativamente a transição nos países de baixo e médio rendimento. Isto resulta da maior dificuldade em suportar os custos adicionais inerentes a tensões geopolíticas e à maior vulnerabilidade a saída de capitais e consequente

retração dos fluxos de investimento. Por outro lado, verificam que nos países de elevado rendimento o agravamento do risco geopolítico favorece a transição já que, de forma geral, os países mais desenvolvidos tendem a canalizar investimentos para alternativas sustentáveis, derivado da sua maior capacidade financeira em implementar estratégias de diversificação energética.

A dinâmica dos riscos geopolíticos encontra-se intimamente ligada à temática da **segurança energética**. Esta problemática é caracterizada pela Agência Internacional de Energia, que a define como sendo a garantia de fornecimento contínuo de fontes energéticas a custos economicamente viáveis (*International Energy Agency*, 2014). A ausência desta segurança, que se traduz na presença de insegurança energética, é abordada na literatura como tendo impactos negativos sobre o processo de transição energética, na medida em que fomenta a dependência de importações, predominantemente de natureza fóssil (Afonso et al., 2021; Brauers e Oei, 2020). Complementarmente, numa RSL, Heeß et al., 2026 verificaram que a garantia de segurança energética atuou como um catalisador fundamental para o investimento em energias renováveis. Contudo, Lin et al. (2024) analisaram 21 países de elevado rendimento e 9 países de rendimento médio, no período de 1996 a 2018, e observaram uma ligação positiva e robusta entre a insegurança energética e a transição energética nas nações mais ricas, ao passo que nos países de rendimento médio observaram uma relação positiva, mas de menor intensidade. Os autores sugerem que a associação presente nos países de elevado rendimento pode ser atribuída à sua maior capacidade económica em reagir a problemas que surgem da insegurança energética.

Adicionalmente, destacam-se os **compromissos internacionais** como um fator que promove a transição energética. Estes compromissos multilaterais, frequentemente consubstanciados em acordos ratificados por um conjunto vasto de países, fomentam princípios que levam ao incentivo de políticas ambientais e à mobilização de investimentos avultados para infraestruturas e tecnologias destinadas à mitigação das emissões de gases com efeito de estufa (Dogan et al., 2022; Olawuyi, 2020).

5.2.2. Fatores económicos

Como mencionado previamente, os fatores económicos representam o agrupamento com maior prevalência na literatura relativa à transição energética, emergindo de forma destacada face aos demais fatores no âmbito do quadro analítico PEEST (figura 10).

Neste contexto, o **crescimento económico** – mensurado comumente através do PIB – emerge como um dos fatores económicos mais examinados nos estudos dedicados à temática da transição energética. A literatura aponta, de modo predominante, para a conclusão de que esta determinante exerce um efeito positivo no processo de transição energética, uma vez que a expansão da atividade económica tende a ampliar os recursos financeiros existentes para a reconfiguração do sistema energético (Abbas et al., 2026; Bhattarai et al. (2022); Halldén et al., 2025; Hassan et al., 2025; Heeß et al., 2026; Jiang e Wang, 2025; Li et al., 2024; Marra et al., 2025; Muhire et al., (2026); Mukhtarov, 2024; Pantcheva, 2024; Saadaoui, 2022; Singhania e Gupta, 2025; Vasa et al., 2024; Yu et al., 2025). Paralelamente, o aumento do rendimento dos cidadãos está frequentemente associado a uma intensificação da procura por energia, o qual estimula a diversificação das fontes de energia utilizadas e, conseqüentemente, incentivando uma incorporação gradual de fontes renováveis (Mukhtarov, 2024). Contudo, existem estudos que apontam para que o efeito deste fator seja misto ou mesmo negativo. Cheikh e Zaid (2023) elaboraram um estudo utilizando uma amostra de 34 países - abrangendo países emergentes e avançados - para o período de 1990 a 2018 e verificaram que o efeito do crescimento económico sobre o consumo das energias renováveis foi misto. Quando considerado o horizonte temporal de modo agregado, foi verificado um efeito negativo do crescimento económico sobre o setor das energias renováveis; ainda assim, este efeito variou de acordo com a janela temporal considerada, assumindo um efeito positivo para o período de 1990 a 1999 nas economias emergentes. No mesmo sentido, os mesmos autores realizaram uma nova análise no ano seguinte considerando 38 países – incluindo países emergentes, em desenvolvimento e avançados – para o intervalo temporal de 2002 a 2020. Em períodos de baixa tensão geopolítica verificou-se que o crescimento económico exerceu efeitos positivos sobre o consumo de energias renováveis, ao passo que em situações de elevada tensão, a análise apontou para um efeito negativo. Li et al. (2025) verificaram igualmente um efeito misto ao analisar o caso do Brasil entre 2000 e 2023. Estes autores constataram que nas fases iniciais da transição energética do país (2000-2010), o crescimento económico exerceu efeitos positivos, registrando-se

posteriormente uma inversão desse impacto nas fases mais avançadas (2010-2023), onde o contributo passou a ser negativo. Verifica-se igualmente, como referido anteriormente, estudos que evidenciam um impacto negativo do crescimento económico sobre a transição. Inglesi-Lotz (2023) corrobora esta evidência, ao identificar um efeito negativo no caso da África do Sul. O autor sugere que o aumento do PIB incrementou a necessidade de um fornecimento contínuo e fiável de energia no país, o que diminui o ênfase dado às energias renováveis, uma vez que as fontes consideradas possuem uma natureza intermitente, problema esse agravado pela escassez de tecnologias de armazenamento de larga escala. Na mesma direção empírica, Dai et al. (2025) analisaram a Somália entre 1990 e 2023 e constatarem uma relação inversa entre a expansão económica e a transição energética, evidenciando que o modelo energético no país permaneceu fortemente dependente de fontes energéticas convencionais durante o período. Resultados concordantes são observados por Lou et al. (2025), que documentaram um impacto negativo do crescimento económico sobre investimentos em energias renováveis na China, no período de 2015 a 2022. Segundo os autores, esta dinâmica sugere uma mudança estrutural nos padrões de consumo, favorecendo estilos de vida que privilegiam uma maior intensidade energética em detrimento de alternativas sustentáveis.

A **abertura comercial**, que é caracterizada pela relevância relativa das exportações e importações face ao PIB de um determinado país (Borozan e Pirgaip, 2023), constitui igualmente uma das determinantes económicas mais frequentemente analisadas na literatura sobre a transição energética. A conclusão que apresenta maior peso é a de que a abertura comercial exerce uma influência positiva na transição energética, permitindo não só aumentar o consumo de energias renováveis como promover a injeção do excedente produzido de fontes renováveis no mercado de eletricidade (Abbas, 2025; Afonso et al., 2021; Borozan e Pirgaip, 2023; Fikru e Kilinc-Ata, 2025; Heeß et al., 2026; Houssam et al., 2024; Marra et al., 2025; Qamaruzzaman, 2025; Singhania e Gupta, 2025; Yu et al., 2025). Apesar desta prevalência clara, subsistem um conjunto de investigações que reportam efeitos mistos ou mesmo negativos. No que diz respeito a impactos mistos, os trabalhos de Sheraz et al. (2024) e Dai et al. (2025) constituem referências ilustrativas. No caso de Sheraz et al. (2024), os autores verificaram que na China, entre 1989 e 2022, o impacto da abertura comercial na transição energética foi negativo no curto prazo e positivo no longo prazo. Segundo os autores, estes resultados verificaram-se uma vez que no curto prazo a maior abertura comercial permitiu a importação de diversas tecnologias que ajudaram a promover a

transição. Contudo, no longo prazo, maiores níveis de abertura comercial exerceram um efeito negativo devido à dependência estrutural de combustíveis fósseis que a matriz energética chinesa evidencia. Relativamente ao estudo de Dai et al. (2025) concluiu-se que as implicações da abertura comercial estiveram condicionadas ao contexto económico e institucional mais amplo da Somália, não sendo possível observar de modo claro uma predominância de efeitos positivos nem negativos. Prosseguindo para a evidência relativa a impactos negativos, surgem as análises de Boffardi et al. (2021), Cheikh e Zaied (2024), Hassan et al. (2025) e Li et al. (2025). No caso da investigação de Boffardi et al. (2021), realizada em 20 regiões italianas entre 2007 e 2018, esse impacto é interpretado pelos autores como decorrente da reduzida capacidade das regiões em causa em internalizar tecnologias emergentes que poderiam promover a reconfiguração do setor energético. Cheikh e Zaied (2024) documentaram um impacto negativo da abertura na transição energética dos países de baixo rendimento, derivado da realocação de setores poluentes para países com enquadramentos regulatórios menos onerosos, nomeadamente os de baixo rendimento. Hassan et al. (2025) analisaram um conjunto de quatro países emergentes (México, Indonésia, Nigéria e Turquia) de 1995 a 2022 e reportaram, igualmente, uma relação inversa entre a abertura comercial e a transição energética. Os autores apontam que a tendência de dar primazia a resultados económicos de curto prazo em detrimento dos compromissos ambientais de longo prazo pode ter sido uma das causas do resultado observado. Li et al. (2025) demonstraram um efeito negativo análogo. Segundo os autores, os efeitos prejudiciais identificados derivam da configuração do modelo exportador do Brasil, que observa uma forte especialização em matérias-primas. Esta particularidade económica levou a processos de elevado consumo energético e a uma dependência logística do transporte rodoviário. Paralelamente, os aumentos das exportações associadas ao setor agropecuário levaram a uma exploração intensiva dos solos.

À semelhança do crescimento económico e da abertura comercial, o **desenvolvimento financeiro** assume um papel central na literatura sobre a transição energética. A importância que este vetor assume em cada país pode ser avaliada pelo nível de crédito concedido ao setor privado, pelo nível de acesso às instituições financeiras e pela disponibilidade de instrumentos financeiro, tais como os títulos verdes (*“green bonds”*) (que são instrumentos de dívida configurados como veículos de captação de capital destinado a iniciativas com impactos ambientais positivos) (Hassan et al., 2025; Oruç et al., 2025; Ullah et al., 2025). Embora não consensual, prevalece na literatura a perspetiva de que o

desenvolvimento financeiro atua como um catalisador da transição energética (Benfica e Marques, 2024; Hassan et al., 2025; Li et al., 2023; Li et al., 2024; Li et al., 2025; Majeed et al., 2025; Muhire et al., (2026) Oruç et al., 2025; Tang et al., 2025; Ullah et al., 2025; Wang et al., 2023; Yu et al., 2025). Todavia, encontram-se estudos que identificam uma influência contrária. Saadaoui (2022) verificou no seu estudo sobre 9 países da região do Médio Oriente e Norte de África (Argélia, Egito, Irão, Jordânia, Líbano, Marrocos, Sudão, Tunísia e Turquia) entre 1990 e 2018 que o desenvolvimento financeiro apresentou um efeito negativo, no curto prazo, sobre o consumo de energias renováveis nos países em causa. No longo prazo esse efeito manteve-se, embora se tornasse insignificante estatisticamente. O autor sugere que esse impacto derivou do provável desalinhamento entre o setor financeiro com os objetivos de sustentabilidade das nações abordadas, permanecendo estruturalmente dependente de combustíveis fósseis. Similarmente, Essed et al. (2025) verificaram no seu estudo sobre as economias dos BRICS, usando dados de 2005 a 2020, que o desenvolvimento financeiro tinha uma relação inversa com a transição energética, fenómeno que os autores apontaram à canalização de fluxos financeiros para o setor dos combustíveis fósseis em detrimento do setor das renováveis. No mesmo sentido, Jiang e Wang (2025) concluíram, no seu estudo sobre os EUA entre 2002 e 2024, que o desenvolvimento financeiro tinha exercido um impacto negativo na transição energética do país. Estes referem que, na ausência de diretrizes orientadoras, o ecossistema financeiro norte-americano deu primazia à alocação de recursos a setores ligados aos combustíveis fósseis.

No que diz respeito à **globalização**, a literatura apresenta heterogeneidade nos resultados, o que evidencia uma ausência de consenso notória quanto ao sentido do seu impacto na transição energética. Em traços gerais, a globalização pode ser compreendida como um processo de integração político, económico, social e cultural que potencia a mobilização de fluxos financeiros e a transferência de conhecimento, enquanto fomenta a inovação tecnológica (Chaminade e Vang, 2008; Gozgor et al., 2020; Majeed et al., 2022). Embora o fator em causa seja passível de enquadramento em todas as categorias consideradas, optou-se metodologicamente pela sua inclusão na esfera económica uma vez que, na literatura considerada, a quantificação da globalização foi geralmente realizada com base num índice fornecido pelo instituto económico KOF. Dai et al. (2025) verificaram que o fenómeno da globalização gerou efeitos positivos sobre o consumo de energias renováveis na Somália. De forma convergente, Lin et al. (2024) observaram que a globalização impulsionou a transição energética nos países de rendimento moderado, não se verificando,

contudo, um impacto estatisticamente relevante no contexto de economias de elevado rendimento. Este impulso derivou do incentivo desta variável em reconfigurar os padrões de consumo nacionais, agindo como um vetor de transição para fontes mais limpas. Em contraste com os resultados supramencionados, Aydin et al. (2024), ao analisarem 22 países da OCDE de 1990 a 2020, destacam que a globalização gerou efeitos negativos na transição energética de Portugal, Espanha e Itália. Os autores sugerem que os fluxos de capital terão sido primordialmente canalizados para setores cuja rentabilidade se manifesta de forma célere, negligenciando desta forma segmentos associados às energias renováveis, cujo horizonte de retornos se estende no tempo. Qamaruzzaman (2025) conduziu uma análise a 46 países integrados na iniciativa *Belt and Road*, abrangendo os anos de 2000 a 2021 e, tal como Aydin et al. (2024), verificou um impacto negativo da globalização sobre a transição energética. Na ótica da investigação apresentada, esta conclusão resultou da centralidade conferida à rentabilidade de curto prazo nos países examinados.

Inerente à discussão de fatores económicos está, igualmente, o **custo das energias convencionais**. Em larga medida, o aumento do preço das energias convencionais impacta positivamente a transição energética (Heeß et al., 2026; Mukhtarov, 2024; Vasa et al., 2024; Wang et al., 2025). Complementarmente, surgem estudos que demonstram que a redução do custo dos combustíveis fósseis resulta em efeitos negativos para a transição – como é o caso de Sakhraoui et al. (2023) – e que a crescente competitividade, a nível de custos, das energias renováveis promove a transformação dos sistemas energéticos (Heyen e Wolff, 2019). Convém destacar, contudo, que existe evidência empírica que colide com o paradigma convencional. Murshed e Tanha (2020) examinaram 4 países dependente de petróleo pertencentes à região da Ásia Meridional (Bangladesh, Índia, Paquistão e Sri Lanka), usando dados anuais de 1990 a 2018 e observaram que a correlação do preço do petróleo com o consumo de energias renováveis carecia de linearidade. Em termos práticos, os aumentos do preço do petróleo não resultaram inevitavelmente num aumento do consumo das energias renováveis. Os autores identificaram que seria necessário um aumento exponencial do preço desta fonte de energia (mais concretamente, ultrapassar o limiar de 135 dólares por barril) para desencadear um aumento da procura por alternativas renováveis. É mencionado igualmente que este patamar elevado é uma das razões para a hegemonia dos combustíveis fósseis nas economias estudadas. Por sua vez, Alvi et al. (2025) examinaram 37 países pertencentes à OCDE, de 1991 a 2020, e verificaram uma dualidade de impactos: enquanto no curto prazo, o aumento do preço do petróleo resultou em efeitos negativos, no longo

prazo resultou em efeitos positivos. O estudo de Oruç et al. (2025) contemplou 10 países emergentes (África do Sul, Argentina, Brasil, China, Indonésia, Índia, México, Polónia, Rússia e Turquia) de 1990 a 2021 e apurou que o aumento do preço de petróleo exerceu uma influência negativa no consumo de energias renováveis. Segundo os autores, esta conclusão admite algumas explicações possíveis: a vigência de subsídios sobre os combustíveis fósseis nas economias em causa pode ter impedido a repercussão do aumento do preço sobre consumidor final, diluindo o incentivo económico à transição para energias renováveis; adicionalmente, o encarecimento do petróleo pode não só ter levado a substituições para fontes convencionais concorrentes, como também ter levado a uma diminuição global da procura por energia, incluindo as renováveis. Olawuyi (2020), com base em 16 países da região do Médio Oriente e Norte de África observou que a diminuição do preço do petróleo atuou como um catalisador da transição energética nos países considerados. Tratando-se de nações produtoras de petróleo, o autor sugere que a contração do preço impulsionou a consciencialização relativamente à necessidade da diversificação, incentivando a utilização de fontes renováveis.

A **instabilidade macroeconómica**, tal como a globalização, é uma determinante que representa um ponto de fricção na literatura, derivado da polarização das perspetivas apresentadas. Esta instabilidade pode ser caracterizada por elevados níveis de inflação, de desemprego e por períodos de turbulência económica generalizada (Lou et al., 2025). Procurando clarificar a relação entre a turbulência económica e os investimentos em energias renováveis, Nyiwul et al. (2025) analisaram 93 países (abrangendo países emergentes, em desenvolvimento e desenvolvidos) para o período de 2000 a 2020 e verificaram que a instabilidade macroeconómica exerceu um impacto negativo sobre os investimentos em energias renováveis. Os autores sinalizaram que períodos de maior incerteza económica induziram uma postura de aversão ao risco por parte dos agentes económicos, o que se traduziu num menor nível de investimentos realizado. No mesmo sentido, Zhindon-Almeida e Ruiz-Carrillo (2025) realizaram uma RSL e verificaram que a instabilidade macroeconómica suscitava efeitos negativos sobre a adoção de energias renováveis. No entanto, Lou et al. (2025), ao examinarem a China entre 2015 e 2022, observaram uma dinâmica divergente: o nível de investimentos em energias renováveis beneficiou de um maior nível de instabilidade económica. Os autores argumentam que a própria aversão ao risco dos investidores moldou este desfecho, contrastando com os resultados observados por Nyiwul et al. (2025) no seu

respetivo estudo. É de destacar, contudo, que a análise aponta para a importância das políticas públicas - tais como incentivos estatais em períodos de elevada turbulência económica - para tornar o próprio setor renovável num ativo de refúgio na visão dos investidores. Similarmente, Nuta et al. (2025) considerou 11 países europeus no período de 1995 a 2023 e observou que a instabilidade macroeconómica teve efeitos positivos sobre o consumo de energias renováveis. Os autores sugerem que a instabilidade macroeconómica observada nos últimos anos no continente europeu impulsionou as instâncias decisórias a intensificar o processo de transição energética, de modo a garantir um maior nível de resiliência económica, mitigando desta forma as vulnerabilidades sentidas.

Outra determinante económica com peso significativo é o **Investimento Direto Estrangeiro** (IDE). Este fator apresenta, como observado previamente para a instabilidade macroeconómica e a globalização, polarização nos resultados empíricos obtidos. Por um lado, Rubio e Jáuregui (2022) observaram, no seu estudo sobre a relação da China com a Argentina e o Brasil entre 2000 e 2020, que o IDE chinês aplicado nestes dois países promoveu as suas respetivas transições energéticas. A justificação utilizada pelos autores sustenta não só que o IDE proveniente da China foi canalizado para setores associados à transformação energética como também os dois países recetores desenvolveram objetivos no sentido de progredirem nos seus respetivos processos de transição. Esta combinação de fatores potenciou os efeitos positivos do IDE. De modo semelhante, Halldén et al. (2025) verificaram que o IDE exerceu um efeito positivo no investimento em energias renováveis dos países com rendimento médio que os autores consideraram. Analogamente, Xuan (2025) constatou que o IDE na Índia, entre 1990 e 2023, influenciou positivamente a adoção de energias renováveis. Este fenómeno deveu-se à aplicação de incentivos públicos que permitiram direcionar o investimento para setores associados às energias renováveis. Em consonância com estes resultados, Yu et al. (2025) observaram que na China, entre 2003 e 2019, o IDE impactou de modo positivo a transição energética urbana do país. A acrescentar a estes artigos, a revisão sistemática de Muhire et al. (2026) constatou que o IDE exercia efeitos benéficos sobre a transição energética. No entanto, como tinha sido referido anteriormente, nem todos os estudos que abordam este fator evidenciam resultados positivos. Dai et al. (2025) verificou que, na Somália, o IDE apresentou um impacto misto no consumo de energias renováveis. O resultado observado pelos autores esteve condicionado pelo estágio de transição do país. Concretamente, em fases iniciais da transição, o IDE exercia um efeito negativo, o que sugeria uma alocação predominante a combustíveis

fósseis. Contudo, à medida que o processo de transição no país progredia, o efeito desta determinante tornava-se positivo. Contrariamente aos benefícios anteriormente expostos, Hassan et al. (2025) depreenderam que o IDE exerceu um efeito negativo nos 4 países abordados. Os autores atribuem estes resultados à clara prevalência de fluxos de capital alocados a setores intensivos em carbono. Adicionalmente referem que o apoio estatal, na forma de subsídios, a energias convencionais, levou a que a atratividade financeira de projetos renováveis se tenha reduzido. Similarmente, Qamaruzzaman (2025) identificou que o IDE teve um efeito negativo na transição energética nos países abrangidos pela sua análise. O autor sugeriu que estes resultados ocorreram devido a uma inclinação para a obtenção de rendimentos céleres, algo tipicamente associado ao setor das energias convencionais.

5.2.3. Fatores ambientais

Em contraste com a proeminência das dimensões políticas e económicas, a dimensão ambiental regista o menor número de ocorrências na literatura analisada (figura 10). Em consequência disso, o número de artigos que abordam cada fator reduz-se de forma drástica.

No âmbito da presente categoria, a **emissão de dióxido de carbono** é o fator com maior preponderância. A evidência acumulada através da literatura aponta, de um modo geral, que esta variável constitui um entrave estrutural ao processo de transição energética (Afonso et al., 2021; Bhattarai et al., 2022; Cheikh e Zaied, 2024; Li et al., 2024; Marra et al., 2025; Pantcheva, 2024; Singhanian e Gupta, 2025; Vasa et al., 2024, Xuan, 2025). Uma possível explicação assenta na ideia de que, uma vez realizado o investimento em energias fósseis, os agentes económicos passam a exigir retornos económicos que podem materializar-se de forma lenta, adiando a substituição para energias renováveis. Simultaneamente, esse investimento tende a agravar a dependência das economias relativamente às fontes fósseis (Afonso et al., 2021; Singhanian e Gupta, 2025; Vasa et al., 2024). Contudo, Mukhtarov (2024) verificou resultados que divergiam da tendência predominante, ao observar que na China os aumentos das emissões de dióxido de carbono influenciaram de modo positivo a transição energética. O autor propõe que a degradação provocada pelas emissões atuou como um alerta social, no sentido em que induziu um despertar da consciência pública sobre a deterioração da qualidade ambiental, acelerando desta forma a transição para fontes renováveis. No mesmo sentido, Feil et al. (2024) verificaram, com base num questionário realizado a instâncias governamentais, empresas, operadores de serviços e membros do meio

académico sobre as potenciais determinantes para a transição energética brasileira até 2050, que a emissão de gases com efeito de estufa terá o potencial de afetar positivamente a transição energética do país.

Adicionalmente, surgiram pontualmente outros fatores ambientais na literatura como **a área florestal**, a **penetração de fontes eólicas e solares**, a **distribuição de recursos energéticos**, a **exposição a partículas em suspensão** (particularmente PM 2.5.), o **índice de temperatura “Terra-Oceano”**, o **risco de exaustão de combustíveis fósseis** e o **papel estratégico do gás natural** como fonte de intermediação para a transição energética. Wu e Davis (2025) no seu estudo sobre a China no período compreendido de 2005 a 2023 registaram que a área florestal existente no país exerceu um efeito positivo na procura de energias renováveis, evidenciando o seu papel catalisador na transição energética. Os referidos autores observaram, complementarmente, que a exposição a PM 2.5 gerava efeitos positivos sobre a procura de energias renováveis. A evidência empírica aponta para a degradação da qualidade do ar como um fenómeno que impulsionou a urgência na adoção de energias limpas. Olawuyi (2020), ao escrutinar países da região do Médio Oriente e Norte de África, observou que o risco de exaustão dos combustíveis fósseis teve um impacto positivo na transição energética global. Simultaneamente, o autor verificou que o gás natural atuou como uma determinante favorável à dinâmica da transição energética global, no sentido em que servia de etapa intermediária para uma matriz energética sustentável. Vasa et al. (2024) verificou que, para os países membros da União Europeia, o índice da temperatura “Terra-Oceano” – índice esse que sintetiza os registos térmicos recolhidos de estações meteorológicas em ambientes terrestres e marítimos - teve um impacto positivo na transição energética dos países em causa. Os autores mencionam que este resultado pode estar relacionado com a intensificação da irradiação solar, dinâmica essa que acompanha níveis mais elevados do índice em causa, potenciando o desempenho dos sistemas fotovoltaicos. Para além disso, os mesmos sugerem que o aumento das temperaturas globais intensifica o imperativo de mitigar os efeitos da crise climática, fomentando a premência da transição energética. Feil et al. (2024), por sua vez, verificaram que a distribuição de recursos energéticos no Brasil, bem como a penetração de fontes eólicas e solares, terá o potencial de influenciar positivamente a transição energética do país.

5.2.4. Fatores sociais

No que concerne a dimensão social, esta regista 22 ocorrências (Figura 10), ocupando a penúltima posição das análises realizadas no âmbito do quadro analítico PEEST.

Na esfera social, o fator **urbanização** reflete uma notável disparidade de conclusões, cujos efeitos sobre a transição energética carecem de consenso, sublinhando a complexidade desta variável e exigindo uma interpretação cautelosa e contextualizada. Esta determinante está associada à percentagem de população urbana relativamente à população total (Pantcheva, 2024). No seu estudo sobre a realidade chinesa com dados que abrangiam o período de 1985 e 2022, Li et al. (2024) constataram que a urbanização teve um impacto positivo na transição energética do país. Embora os próprios autores reconheçam a ausência supramencionada de consenso, salientam que, no caso chinês, a expansão urbana aliada a estratégias de desenvolvimento sustentável permitiram alavancar o processo de descarbonização, acelerando a transição para um paradigma económico de baixo carbono. Dai et al. (2025) observaram, analogamente, que a urbanização impactou positivamente o consumo de energias renováveis na Somália. A investigação sugere que as áreas urbanas operam como ecossistemas favoráveis a transformações energéticas, sendo para isso essencial a presença de quadros regulatórios indutores da inovação. Sob uma ótica distinta, surgem dois artigos que mencionam resultados ambivalentes. Oruç et al. (2025) observou resultados mistos da urbanização sobre o consumo de energias renováveis nos 10 países emergentes abrangidos pelo seu estudo. A dualidade observada remete para a natureza ambivalente do fenómeno urbano, natureza essa abordada pelos autores: se, por um lado, o crescimento desordenado das áreas urbanas comprometeu a transição energética, por outro quando o crescimento foi acompanhado por marcos regulatórios eficazes e medidas ambientalmente proativas, deixou de figurar como um entrave para se transmutar num motor de sustentabilidade energética. Por sua vez, os resultados de Wu e Davis (2025) contrastam com as evidências apresentadas por Li et al. (2024), uma vez que verificaram que, na China, o fenómeno da urbanização teve um efeito misto na procura de energias renováveis no país. Os autores sugerem que a concentração populacional em áreas metropolitanas resultou em picos de consumo energético, picos esses que sobrecarregaram as redes elétricas; contudo esta mesma concentração é indutora de economias de escala, algo essencial para a prossecução de objetivos de descarbonização de longo prazo. Existe, igualmente, uma vertente da literatura que aponta para efeitos predominantemente negativos. Pantcheva

(2024), ao estudar os países membros da União Europeia, verificou que a urbanização afetou de modo negativo o consumo de energias renováveis. Esta evidência decorreu, segundo o autor, da elevada intensidade energética característica dos centros urbanos, a qual contribuiu para agravar os níveis de poluição atmosférica; simultaneamente, evidenciou-se um contraste comportamental significativo entre populações urbanas e rurais: a disponibilidade contínua de energia nos centros urbanos levou a que os níveis de consciencialização ambiental dos seus residentes fossem inferiores, o que potenciou a degradação ambiental nas cidades. Zhang et al. (2025) constataram que, no caso dos BRICS-T, a urbanização exerceu uma influência negativa no consumo de energias renováveis. O resultado negativo resultou do reforço da procura energética e da intensificação dos padrões de consumo nas áreas urbanas, dinâmicas essas que favoreceram a substituição de energias renováveis por fontes convencionais.

Um fator ligado à urbanização é a **densidade populacional**, uma vez que as áreas urbanas tendem a concentrar um número superior de habitantes face aos territórios rurais. Benfica e Marques (2024) analisaram 6 países sul americanos (Argentina, Brasil, Colômbia, El Salvador, México e Peru) entre 2015 e 2020 e verificaram que a elevada densidade populacional afetou negativamente a transição energética nos países considerados. Os autores mencionaram que o desordenamento decorrente da densidade levou a situações de trânsito excessivo e, a par disso, impôs barreiras à modernização dos transportes e infraestruturas urbanas, prejudicando deste modo a transição. Pantcheva (2024) constatou que a densidade populacional influenciou de modo positivo o consumo de energias renováveis nos estados-membros da União Europeia, uma vez que, segundo o autor, áreas densamente povoadas tendem a fomentar a eficiência energética. Apesar do resultado verificado pelo autor quanto ao impacto da densidade populacional e da urbanização na transição energética aparentar ser contraditório, o estudo não apresenta uma explicação para as diferenças observadas. Simultaneamente, é sugerido que estas áreas tendem a potenciar a implementação de infraestruturas ecológicas. Yu et al. (2025) observaram, no seu estudo sobre a China entre 2003 e 2019, que a densidade populacional exerceu um efeito negativo na transição energética urbana chinesa. Segundo os autores, a maior densidade populacional ampliou significativamente a procura por energia, particularmente de combustíveis fósseis, dificultando deste modo a mudança para uma matriz energética mais sustentável.

Um segundo fator que assume particular relevância na dimensão social é o **desenvolvimento de competências** o qual, ao contrário de outras determinantes analisadas, reúne um amplo consenso na literatura analisada - consenso que converge na ideia de que o reforço de competências desempenha um papel importante na aceleração da transição energética (Bayulgen, 2020; Ji et al., 2025; Li et al., 2025; Maliszewska-Nienartowicz e Stefański, 2024; Muhire et al., 2026; Pantcheva, 2024; Qamaruzzaman, 2025; Yu et al., 2025; Zhindon-Almeida e Ruiz-Carrillo, 2025). Este fator é caracterizado geralmente na literatura pelo aumento das qualificações da população, sendo uma das formas de promover a capacitação técnica e cognitiva dos indivíduos. Sakhraoui et al. (2023), ao realizarem um estudo sobre a Argélia, chegaram a uma conclusão semelhante – neste caso, que a falta de conhecimento levou a um impacto negativo na transição energética – embora tenham recorrido a uma conceptualização mais abrangente, ao formular o desenvolvimento de competências como conhecimento em sentido amplo.

A par do desenvolvimento de competências, a **resistência sociocultural** emerge igualmente como um fator amplamente consensual na literatura, embora esse consenso se manifeste pela identificação do seu efeito negativo na transição energética (Brauers e Oei, 2020; Maliszewska-Nienartowicz e Stefański, 2024; Schimpf et al., 2021; Zhindon-Almeida e Ruiz-Carrillo, 2025). Este fator manifesta-se, sobretudo, na perceção presente nas populações de que a substituição de fontes de energias convencionais por alternativas sustentáveis poderá implicar uma redução dos benefícios económicos associados ao modelo energético convencional. Esta apreensão, frequentemente associada a potenciais impactos sobre o mercado de trabalho, a manutenção dos rendimentos e a estabilidade económica das comunidades, alimenta uma resistência sociocultural significativa à mudança (Brauers e Oei, 2020; Schimpf et al., 2021). Por outro lado, a literatura indica que quando ocorre mobilização social em prol de soluções mais sustentáveis, essa dinâmica contribui para reforçar a própria transição energética (Heeß et al., 2026; Heyen e Wolff, 2019; Nigris e Giuliano, 2023).

Embora menos explorada na literatura quando comparada a outros determinantes sociais, a **igualdade de género** é identificada como um fator que promove a transição energética (Abbas et al., 2026; Li et al., 2025). Esta igualdade manifesta-se, por um lado, pela distribuição mais equitativa da participação laboral entre homens e mulheres - dimensão sublinhada por Li et al. (2025) – e, por outro, na crescente presença feminina em cargos políticos, tal como demonstrado por Abbas et al. (2026). No caso do estudo de Li et al.

(2025), esses resultados, segundo os autores, explicam-se pelo facto de que a crescente presença feminina em diversos cargos permite uma implementação mais célere de energias renováveis. De um modo similar, Abbas et al. (2026) sustentaram que decisoras políticas tendem a promover legislação associada a energias renováveis no decorrer dos seus mandatos.

5.2.5. Fatores tecnológicos

Dentro do quadro analítico utilizado para compreender os fatores associados à transição energética, a componente tecnológica tem assumido um papel cada vez mais relevante, partilhando o segundo lugar com a dimensão política. Enquanto na revisão sistemática de Muhire et al. (2024) os fatores tecnológicos e os fatores sociais apresentaram igual representatividade, sendo abordados em 12 estudos cada um, na presente revisão sistemática os fatores tecnológicos surgem em 40 estudos e os fatores sociais em 26, demonstrando essa dinâmica de crescente relevância.

Entre os fatores que têm assumido maior relevância na literatura figura a **economia digital**. Embora este elemento apresente interseções com a esfera económica, optou-se por enquadrá-lo na componente tecnológica dado que a sua lógica de funcionamento e os seus efeitos derivam de processos tecnológicos. Esta determinante está associada ao nível de dinamismo do comércio digital, o impacto de tecnologias inovadoras na economia como a *blockchain*, bem como a crescente utilização, por parte dos cidadãos, de ferramentas digitais (Al-Maadid et al., 2026; Alimuddin et al., 2026; Hassan et al., 2025; Li et al., 2024; Pata et al., 2023; Pantcheva, 2024). Todos estes trabalhos mostram que a economia digital desempenha um papel que promove a transição energética.

Outro aspeto crucial na dimensão tecnológica corresponde ao investimento em **Investigação e Desenvolvimento** (I&D). À semelhança da economia digital, o investimento em I&D poderia ser associado a outras dimensões. Embora existam argumentos para o enquadrar na componente política – nomeadamente o papel crucial que o Estado pode desempenhar na orientação e promoção desta determinante, como observado por (Abbas, 2025) – a sua inclusão na componente tecnológica justifica-se pela ligação direta aos processos de progresso técnico e aos resultados que produz, que se materializam no reforço das capacidades de inovação. A produção científica disponível reconhece, de forma

consistente, que o investimento em I&D produz efeitos benéficos para a transição energética (Abbas, 2025; Al-Maadid et al., 2026; Bhattarai et al. (2022); Benfica e Marques 2024; Borozan e Pirgaip, 2023; Gajdzik et al., 2025; Khan e Wyrwa, 2025; Li et al., 2023; Marra et al., 2025; Mushtaq et al., 2025; Pata et al., 2023; Wang et al., 2023). A importância deste fator decorre do facto de exercer um impacto transversal sobre a esfera tecnológica, ao favorecer simultaneamente a expansão das fontes renováveis, o aperfeiçoamento dos mecanismos destinados ao seu armazenamento e a modernização das infraestruturas que asseguram o correto funcionamento do sistema energético (Al-Maadid et al., 2026; Khan e Wyrwa, 2025).

A crescente importância da **IA** na investigação contemporânea torna-se patente pelo aumento de estudos que se tem vindo a verificar sobre o tema, nomeadamente sobre os seus impactos sobre a transição energética. Neste contexto, a operacionalização empírica deste fator tem sido frequentemente realizada através da medição do número de robots industriais (Al-Maadid et al., 2026). A literatura tem vindo a evidenciar de forma robusta que o seu potencial é substancial e que a sua aplicação tem produzido impactos positivos mensuráveis (Al-Maadid et al., 2026; Essed et al., 2025; Gao et al., 2025; Heeß et al., 2026; Majeed et al., 2025; Muhire et al., 2026; Sun et al., 2025; Xu et al., 2025). Estas evidências decorrem do facto de que a IA tende a otimizar a eficiência energética, ou seja, melhora o uso de energia e reduz o nível de desperdícios, estimulando a adoção de tecnologias baseadas em energias renováveis e impulsionando processos de digitalização (Gao et al., 2025; Xu et al., 2025). É crucial salientar, contudo, que os estudos sobre os impactos da IA na mudança do paradigma energético se encontram ainda numa fase relativamente embrionária – algo ilustrado pelo facto de que os estudos que dão maior enfoque no tema e identificados na presente RSL terem sido publicados a partir de 2025 -, refletindo a rápida evolução não só no plano teórico como no plano empírico deste campo específico.

A **inovação tecnológica** emerge como um elemento amplamente destacado na literatura (Abbas, 2025; Abbas et al., 2026; Boffardi et al., 2021; Dogan et al., 2022; Dong et al., 2025; Gajdzik et al., 2025; Hassan et al., 2025; Heyen & Wolff, 2019; Hossain et al., 2024; Jiang e Wang, 2025; Khan et al., 2022; Lee e Tang, 2022; Luo e Rasheed, 2025; Qamruzzaman e Swarna, 2025; Sheraz et al., 2024; Yu et al., 2025; Zhang et al., 2025; Zhindon-Almeida e Ruiz-Carrillo, 2025). A medição de um fator tão abrangente como a inovação tecnológica tem assentado, de modo lato, no volume de patentes tecnológicas registadas associadas às energias renováveis (Hassan et al., 2025). No corpo de investigação

corrente, prevalece a evidência de que este fator é um pilar estruturante para a viabilidade da transição energética (Abbas, 2025; Abbas et al., 2026; Bhattarai et al. (2022); Boffardi et al., 2021; Dogan et al., 2022; Dong et al., 2025; Gajdzik et al., 2025; Hassan et al., 2025; Heyen e Wolff, 2019; Jiang e Wang, 2025; Lee e Tang, 2022; Luo e Rasheed, 2025; Muhire et al. (2026); Qamruzzaman e Swarna, 2025; Sheraz et al., 2024; Yu et al., 2025; Zhang et al., 2025; Zhindon-Almeida e Ruiz-Carrillo 2025). Tais resultados decorrem do facto de que a inovação tecnológica tende a potenciar o incremento da eficiência energética, otimizando o consumo de recursos e viabilizando a redução de custos operacionais (Dong et al., 2025; Yu et al., 2025). Complementarmente, este fator permite um incremento célere da capacidade de instalação, impulsionando a mudança de paradigma para uma matriz de baixo carbono (Dogan et al., 2022). Não obstante a prevalência de perspectivas favoráveis, a literatura não é unânime, existindo estudos que documentam efeitos mistos decorrentes da inovação tecnológica. Khan et al. (2022) analisaram a Alemanha de 2000 a 2021 e verificaram que a inovação tecnológica teve um efeito misto sobre a transição energética do país. Os autores referiram que em períodos de expansão e estabilidade macroeconómica o efeito causado pela inovação tecnológica foi positivo. No entanto, em períodos nos quais se verificaram choques externos de natureza económica - como a crise financeira de 2008 ou a crise da dívida da zona euro em 2012 - os efeitos da inovação tecnológica passaram a ser negativos. Um motivo sugerido pelos autores prende-se com a ideia de que, em períodos de crise internacional, os fluxos de inovação direccionam-se para outros setores derivado da crescente incerteza, prejudicando deste modo a transição energética. Hossain et al. (2024) documentaram igualmente efeitos mistos. Estes autores realizaram um estudo sobre os países membros da OCDE no período de 2000 a 2020 e observaram que os desenvolvimentos de tecnologias de controlo ambiental exerceram efeitos negativos no consumo de energias renováveis a curto prazo, embora no longo prazo esse efeito se tenha tornado positivo. Os autores verificaram um desfasamento temporal entre a inovação tecnológica e o incremento efetivo do consumo uma vez que os desenvolvimentos de tecnologias ambientais exigem custos iniciais elevados, custos esses que atuam como uma barreira de curto prazo, impedindo a conversão imediata de inovação em consumo. No entanto, em estágios mais avançados, o retorno monetário e ambiental acaba por superar os custos envolvidos, fomentando assim o consumo de energias renováveis.

6. Conclusão

Com o propósito de compreender os fatores críticos que influenciam o processo da transição energética, foi realizada uma RSL. Esta revisão foi elaborada com base em artigos científicos redigidos em inglês e validados através de revisões por pares, utilizando para o efeito duas bases de dados: *SCOPUS* e a *Web of Science*. Do processo de pesquisa bibliográfica resultaram 92 artigos científicos, artigos esses que representaram a massa crítica sobre a qual assentou o desenvolvimento da presente revisão. As principais conclusões foram as seguintes:

- Verificou-se que a vasta maioria dos artigos científicos abordados foi publicado em editoras europeias, evidência em linha com Bhattarai et al. (2022). Esta concentração geográfica tem o potencial de influenciar as temáticas de investigação consideradas relevantes, podendo acabar por marginalizar realidades socioeconómicas de países em desenvolvimento;

- Apesar de não ter sido estabelecido qualquer limite temporal para a seleção dos artigos científicos analisados, observou-se que o interesse científico por esta temática é marcadamente recente, com o ano de 2025 a destacar-se pelo maior volume de publicações. Este resultado diverge dos reportados por Bhattarai et al. (2022), Muhire et al. (2024) e de Zhindon-Almeida e Ruiz-Carrillo (2025). Esta discrepância pode ser explicada não só pela diferença nos anos de publicação – nenhuma das revisões mencionadas incluiu a totalidade dos artigos publicados sobre o tema em 2025 - como também pela divergência de âmbito e critérios utilizados na elaboração das respetivas revisões;

- Relativamente à distribuição geográfica dos casos de estudo, regista-se uma dicotomia: se, por um lado, a China surge individualmente como o país mais analisado, por outro a análise dos países mais abordados – países que surgem em 12 ou mais artigos – revelam uma predominância global do continente europeu. Esta evidência não coincide com o estudo de Bhattarai et al. (2022), no qual os EUA surgem como o país mais estudado (em 17 artigos), seguido da Alemanha (16), Austrália (14), China (13) e Índia (13);

- No que concerne a distribuição geográfica dos autores, observa-se uma clara predominância de autores chineses, o que sugere um papel preponderante do ecossistema científico da China para a investigação em torno da transição energética. Esta constatação não está em consonância com os resultados de Bhattarai et al. (2022) e de Zhindon-Almeida

& Ruiz-Carrillo (2025), nos quais os autores dos EUA apresentaram o maior contributo para a literatura;

- Em termos da análise PEEST efetuada, constata-se que a categoria dos fatores económicos é a mais importante para a transição, evidência alinhada com Muhire et al. (2024) e Heeß et al. (2026). No entanto, Zhindon-Almeida e Ruiz-Carrillo (2025) verificaram uma evolução da predominância de fatores económicos para fatores socioculturais. Importa, no entanto, salientar que as categorizações realizadas pelas diversas revisões sistemáticas não são integralmente coincidentes. A tendência observada no presente estudo sugere que, não obstante a complexidade inerente à temática da transição energética, a viabilidade financeira e a capacidade de mobilização de capital assumem um papel crucial não só em termos do ritmo como também da própria exequibilidade dos projetos empreendidos;

- De acordo com os artigos selecionados, os fatores que demonstraram de forma consistente efeitos positivos sobre a transição energética foram o Estado de Direito, apoios governamentais a energias renováveis, o desenvolvimento de competências, a economia digital, o investimento em I&D e a IA. Em contrapartida, a resistência sociocultural e a instabilidade política evidenciaram um consenso em termos do seu efeito negativo sobre a transição. É importante, contudo, sinalizar o seguinte: O estudo da interseção entre a IA e a transição energética é manifestamente recente, pelo que a sua dinâmica poderá sofrer reconfigurações significativas.

6.1. Limitações do estudo

Não obstante os resultados verificados na presente RSL permitirem formular ilações relevantes, é necessário reconhecer certas limitações, nomeadamente:

- A decisão de recorrer exclusivamente a duas bases de dados pode ter condicionado a diversidade dos artigos identificados e assim comprometer a exaustividade idealizada na presente revisão;

- A circunscrição da seleção documental a artigos científicos redigidos na língua inglesa introduziu um viés linguístico na investigação realizada, conduzindo a um risco de exclusão de artigos focados em dinâmicas regionais e idiossincráticas;

- Nos 92 artigos científicos selecionados para responder à temática de investigação, não foi incluída a denominada “literatura cinzenta”, a qual consiste num conjunto de documentos que são publicados à margem dos circuitos académicos comerciais (University of Glasgow, n.d.). Essa exclusão introduz um viés de publicação que negligencia a produção de conhecimento emergente.

6.2. Sugestões para investigações futuras

Sendo a temática da transição energética um campo em constante evolução, torna-se pertinente prosseguir com outras abordagens, tais como:

- O recurso a um conjunto de bases de dados mais alargado, incluindo o *Google Scholar*, de forma a enriquecer o estudo sobre a transição energética e aprofundar o mapeamento empírico deste fenómeno;

- Realização de estudos que procurem determinar as causas do aparente paradoxo entre a centralidade da componente ambiental no âmago da transição energética e a sua simultânea sub-representação empírica no quadro das publicações que abordam os fatores que influenciam esta temática;

- Condução de investigações especializadas que se concentrem na componente técnica da transição energética, pois isso permitirá alargar a amplitude das ilações obtidas e, consequentemente, reforçar a qualidade das recomendações concedidas aos decisores políticos.

6.3. Sugestões para decisores políticos

Com base nos resultados obtidos na presente RSL, sugerem-se as seguintes recomendações para a formulação de políticas públicas:

- Maior articulação entre as políticas de educação, de emprego e as metas nacionais de transição energética. A formulação de estratégias de longo prazo não só promove a consciencialização dos cidadãos como também qualifica a força de trabalho, permitindo responder às necessidades inerentes à transição energética;

- De modo complementar, as políticas públicas desenhadas deverão ter em conta programas de reconversão de trabalhadores provenientes de setores intensivos em carbono, permitindo atenuar a resistência sociocultural que tende a emergir de mudanças paradigmáticas;

- Tendo em conta que a economia digital, o investimento em I&D e a IA emergem como pilares cruciais para a promoção da transição energética, recomenda-se que os decisores políticos alinhem a transformação digital com os objetivos climáticos delineados. Na prática, propõe-se o aumento do nível de investimento em tecnologias e infraestruturas orientadas para a modernização das redes elétricas bem como a otimização da eficiência energética, capitalizando o potencial que a digitalização tem para oferecer.

Referências Bibliográficas

Abbas, S. (2025). Toward a Sustainable Green Energy Transition: The Role of Low-Carbon Technology Trade and Investment in Industrial Production Technologies. *Environmental Modeling & Assessment*, 30(6), 1217–1233. <https://doi.org/10.1007/s10666-025-10064-8>

Abbas, S., Olanrewaju, V. O., e Eweade, B. S. (2026). Drivers of energy transition: Do patent innovations and women political participation matters? *Renewable Energy*, 256, 124045. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2025.124045>

Afonso, T. L., Marques, A. C., e Fuinhas, J. A. (2021). Does energy efficiency and trade openness matter for energy transition? Empirical evidence for countries in the Organization for Economic Co-operation and Development. *Environment, Development and Sustainability*, 23(9), 13569–13589. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01228-z>

Ahmed, N., Sheikh, A. A., Mahboob, F., Ali, M. S. e, Jasińska, E., Jasiński, M., Leonowicz, Z., & Burgio, A. (2022). Energy Diversification: A Friend or Foe to Economic Growth in Nordic Countries? A Novel Energy Diversification Approach. *Energies*, 15(15), 5422. <https://doi.org/10.3390/en15155422>

Al-Maadid, A., Ali, M. S. B., e Mohammed, K. S. (2026). Driving the energy transition in the GCC: the role of Artificial Intelligence, technology and energy prices. *Energy Strategy Reviews*, 63, 102029. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2025.102029>

Alimuddin, N. H., Mayasari, R. E., Jusafri, J., e Boer, M. R. K. (2026). Paradox of Expanding Renewable Energy Resources: Legal Lag Behind the Advancement of Digital Technology. *Journal of Law and Legal Reform*. <https://doi.org/10.15294/jllr.v5i3.11838>

Alvi, S., Tufail, S., e Hoang, V.-N. (2025). Oil Market Shocks and Energy Transition: The Mediating Roles of Research Development and Environmental Regulation Stringency. *The Energy Journal*. <https://doi.org/10.1177/01956574251368290>

Aydin, M., Degirmenci, T., Erdem, A., Sogut, Y., e Demirtas, N. (2024). From public policy towards the green energy transition: Do economic freedom, economic globalization, environmental policy stringency, and material productivity matter? *Energy*, 311, 133404. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.133404>

Baharudin, S. 'Aisyah, Shittu, I., e Latiff, A. R. B. A. (2025). Petroleum Subsidies, Clean Energy Transition, And Decarbonization in Oil-producing Developing Countries: What Is the Role of Regulatory Quality. *International Journal of Sustainable Economy*, 1(1). <https://doi.org/10.1504/ijse.2025.10057898>

Bayulgen, O. (2020). Localizing the energy transition: Town-level political and socio-economic drivers of clean energy in the United States. *Energy Research & Social Science*, 62, 101376. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101376>

Beck, H.-P., Hou, Z., Wang, Q., Guo, Y., Huang, L., Yue, Y., Fang, Y., Zhang, T., Shi, T., e Zhang, R. (2025). The German energy transition after the Russia-Ukraine war – challenges and opportunities. *Carbon Neutral Systems*, 1(1). <https://doi.org/10.1007/s44438-025-00002-2>

Benfica, V., e Marques, A. C. (2024). Technological and financial development as drivers of Latin America's energy transition. *Renewable Energy*, 237, 121664. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2024.121664>

Bhattarai, U., Maraseni, T., e Apan, A. (2022). Assay of renewable energy transition: A systematic literature review. *Science of the Total Environment*, 833, 155159. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155159>

Boffardi, R., Ioppolo, G., e Arbolino, R. (2021). A two-step approach to evaluate drivers and barriers to clean energy policies: Italian regional evidence. *Environmental Science & Policy*, 120, 173–186. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.03.006>

Borozan, D., e Pirgaip, B. (2023). Does uncertainty in climate policy play a role in shaping renewable energy use? Evidence from the USA. *Environment Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03965-9>

Brauers, H., e Oei, P.-Y. (2020). The political economy of coal in Poland: Drivers and barriers for a shift away from fossil fuels. *Energy Policy*, 144(1), 111621. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111621>

Caldara, D., e Iacoviello, M. (2022). Measuring Geopolitical Risk. *International Finance Discussion Paper*, 112(4), 1194–1225. <https://doi.org/10.1257/aer.20191823>

Chaminade, C., e Vang, J. (2008). Globalisation of knowledge production and regional innovation policy: Supporting specialized hubs in the Bangalore software industry. *Research Policy*, 37(10), 1684–1696. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.08.014>

Cheikh, N. B., e Zaied, Y. B. (2023). Renewable energy deployment and geopolitical conflicts. *Journal of Environmental Management*, 344, 118561–118561. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118561>

Cheikh, N. B., e Zaied, Y. B. (2024). Understanding the drivers of the renewable energy transition. *Economic Analysis and Policy*, 82, 604–612. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2024.04.003>

Cherp, A., Vinichenko, V., Jewell, J., Brutschin, E., e Sovacool, B. (2017). Integrating techno-economic, socio-technical and political perspectives on national energy transitions: A meta-theoretical framework. *Energy Research & Social Science*, 37, 175–190. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.09.015>

Cigna, L., Carlo, D. D., e Durazzi, N. (2025). The Comparative Political Economy of the Green Transition: Economic Specializations and Skills Regimes in Europe. *Regulation & Governance*. <https://doi.org/10.1111/rego.70080>

Dai, W., Eweade, B. S., Brika, S. K., Uzun, B., e Dong, C. (2025). Do globalization, foreign direct investment, trade openness, and urbanization propel renewable energy

transition? Empirical evidence from kernel regularized quantile regression modeling. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 44(5). <https://doi.org/10.1002/ep.70038>

Dogah, K. E., Lan, H., e Zhao, S. (2024). Energy transition dynamics amid policy uncertainty, environmental regulations, and Geopolitics: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 467, 142992–142992. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142992>

Dogan, E., Chishti, M. Z., Alavijeh, N. K., e Tzeremes, P. (2022). The roles of technology and Kyoto Protocol in energy transition towards COP26 targets: Evidence from the novel GMM-PVAR approach for G-7 countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 181, 121756. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121756>

Dong, M., Li, C., e Sampene, A. K. (2025). Exploring the impact of green finance, technological innovation, mineral resources, and carbon tax on the green energy transition. *Smart Energy*, 19, 100189. <https://doi.org/10.1016/j.segy.2025.100189>

Eppe, P. S., Niehoff, E., Albers, C., e Bouman, T. (2025). Sustainable energy technology adoption for a low-carbon future: A global meta-analysis of psychological determinants. *Energy Research & Social Science*, 126, 104152. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2025.104152>

Essed, A., Iyiola, K., e Alzubi, A. (2025). Unpacking Artificial Intelligence’s Role in the Energy Transition: The Mediating and Moderating Roles of Knowledge Production and Financial Development. *Energies*, 18(17), 4512–4512. <https://doi.org/10.3390/en18174512>

Feil, A. S., Antunes, C. H., Silva, P. P. da, e Castro, N. de. (2024). The critical drivers of the Brazilian electricity sector’s transition through 2050: A Delphi study. *Utilities Policy*, 87, 101728. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2024.101728>

Fikru, M. G., e Kilinc-Ata, N. (2025). The role of mineral raw material imports in driving the energy transition. *Mineral Economics*. <https://doi.org/10.1007/s13563-025-00570-2>

Fressoz, J. (2024, December 5). Historian Jean-Baptiste Fressoz: “Forget the energy transition: there never was one and there never will be one” [Interview]. In *Resilience.org*. <https://www.resilience.org/stories/2024-12-05/historian-jean-baptiste-fressoz-forget-the-energy-transition-there-never-was-one-and-there-never-will-be-one/>

Gajdzik, B., Wolniak, R., e Grebski, W. W. (2025). Structural Drivers of Poland's Renewable Energy Transition (2010–2023): Empirical Insights from Regression and Cluster Analysis. *Energies*, 18(17), 4754. <https://doi.org/10.3390/en18174754>

Ganeshkumar, P., e Gopalakrishnan, S. (2013). Systematic Reviews and meta-analysis: Understanding the Best Evidence in Primary Healthcare. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 2(1), 9–14. <https://doi.org/10.4103/2249-4863.109934>

Gao, X., Ji, X., Wang, R., e Yu, J. (2025). The effect of artificial intelligence on energy transition: Evidence from China. *Energy Economics*, 147, 108568. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2025.108568>

Garfield, E. (2006). The History and Meaning of the Journal Impact Factor. *JAMA*, 295(1), 90. <https://doi.org/10.1001/jama.295.1.90>

Goldthau, A. (2011). Governing global energy: existing approaches and discourses. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3(4), 213–217. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2011.06.003>

Gozgor, G., Mahalik, M. K., Demir, E., e Padhan, H. (2020). The impact of economic globalization on renewable energy in the OECD countries. *Energy Policy*, 139, 111365. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111365>

Halldén, F., Hultberg, A., Ahmed, A., Uddin, G. S., Yahya, M., e Troster, V. (2025). The role of institutional quality on public renewable energy investments. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 215, 115585. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2025.115585>

Harichandan, S., Kar, S., Bansal, R., Mishra, S., Balathanigaimani, M., e Dash, M. (2022). Energy transition research: A bibliometric mapping of current findings and direction for future research. *Cleaner Production Letters*, 3, 100026–100026. <https://doi.org/10.1016/j.clpl.2022.100026>

Hassan, H., Xiaoying, W., Sampene, A. K., e Xu, L. (2025). The socio-economic and technological dimensions of energy transition: Do financial mechanisms enhance renewable energy generation? *Energy Strategy Reviews*, 62, 101895. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2025.101895>

Heeß, P., Schönecker, J., Weibelzahl, M., e Wolf, L. (2026). Navigating the energy transition: A review of factors influencing renewable energy investments. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 228, 116416. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2025.116416>

Heyen, D. A., e Wolff, F. (2019). Drivers and barriers of sustainability transformations: A comparison of the “Energiewende” and the attempted transformation to organic agriculture in Germany. *GALA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 28(1), 226–232. <https://doi.org/10.14512/gaia.28.s1.9>

Hossain, M. R., Dash, D. P., Das, N., Ullah, E., e Hossain, Md. E. (2024). Green energy transition in OECD region through the lens of economic complexity and environmental technology: A method of moments quantile regression perspective. *Applied Energy*, 365, 123235. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.123235>

Houssam, N., Ibrahiem, D. M., e El-Aasar, K. M. (2024). Insights from the N11 economies on drivers of the clean energy transition. *Utilities Policy*, 90, 101818. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2024.101818>

Inglesi-Lotz, R. (2023). Exploring the impact of institutional quality to South Africa’s transition to renewables. *Energy Sources. Part B, Economics, Planning, and Policy/Energy Sources. Part B, Economics, Planning and Policy*, 19(1). <https://doi.org/10.1080/15567249.2023.2291433>

International Energy Agency. (2014). *Energy Supply Security: The Emergency Response of IEA Countries 2014 – Analysis - IEA*. IEA. <https://www.iea.org/reports/energy-supply-security-the-emergency-response-of-iea-countries-2014>

International Energy Agency. (2025). Breakthrough Agenda Report 2025. In *IEA.org*. <https://www.iea.org/reports/breakthrough-agenda-report-2025>

International Renewable Energy Agency , e Climate Policy Initiative. (2025). Global landscape of energy transition finance 2025. In *Irena.org*. <https://www.irena.org/Publications/2025/Nov/Global-landscape-of-energy-transition-finance-2025>

Jenkins, K., McCauley, D., Heffron, R., Stephan, H., e Rehner, R. (2016). Energy justice: A conceptual review. *Energy Research & Social Science*, 11, 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.10.004>

Ji, J., Tian, C., Cao, S., Pei, Y., e Guo, X. (2025). The role of human capital in sustainable energy development: Evidence from China's higher education expansion. *Journal of Environmental Management*, 396, 128148. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.128148>

Jiang, Y., e Wang, X. (2025). Harnessing ESG Sustainability Uncertainty, Financial Development and Information Technology for Energy Transition. *Sustainability*, 17(19), 8575. <https://doi.org/10.3390/su17198575>

Khalid, M., Cicchinelli, A., Parmaxi, A., e Yilmaz, Y. (2020). Systematic Literature Review. In *The DE-TEL Book*. <https://ea-tel.eu/detel-book/chapter/methodologies/systematic-literature-review/>

Khan, A. M., e Wyrwa, A. (2025). Integrating machine learning and econometric models to uncover macroeconomic determinants of renewable energy production in the selected European countries. *Energy*, 333, 137266. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2025.137266>

Khan, K., Su, C. W., Rehman, A. U., e Ullah, R. (2022). Is technological innovation a driver of renewable energy? *Technology in Society*, 70, 102044. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102044>

Kilinc-Ata, N., Barut, A., e Citi, M. (2024). Do military expenditures have an impact on the adoption of renewable energy in OECD nations? Evidence from a panel cointegration test approach. *International Journal of Energy Sector Management*, 18(6), 1745–1766. <https://doi.org/10.1108/ijesm-07-2023-0010>

Lee, C.-C., e Yan, J. (2024). Will artificial intelligence make energy cleaner? Evidence of nonlinearity. *Applied Energy*, 363, 123081. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.123081>

Lee, C.-C., Yan, J., e Xuan, C. (2025). Blessing or curse? The effect of population aging on renewable energy. *Energy*, 320, 135279. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2025.135279>

Lee, C.-Y., e Tang, C. F. (2022). The Threshold and Contingency Effects of Technological Innovation on Renewable Energy. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*. <https://doi.org/10.1080//15567249.2021.1999346>

Leruth, L., Mazarei, A., Régibeau, P., e Renneboog, L. (2022). Green energy depends on critical minerals. Who controls the supply chains? In *Peterson Institute for International Economics*.<https://www.piie.com/publications/working-papers/2022/green-energy-depends-critical-minerals-who-controls-supply-chains>

Li, B., Rahman, M. M., e Haneklaus, N. (2024). Assessing China's energy transition pathway: Insights from the synergistic effects of key drivers. *Energy Strategy Reviews*, 55, 101528. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101528>

Li, M., Shi, L., e Fulati, X. (2025). The Role of Managerial Capacity and Education and Skills in Driving the Energy Transition. *Sustainability*, 17(22), 10384. <https://doi.org/10.3390/su172210384>

Li, R., Guo, J., Wang, Q., e Li, C. (2024). Exploring the impact of digital economy on energy transition: Insights from natural resource rent dynamics. *Energy & Environment*. <https://doi.org/10.1177/0958305x241286265>

Li, W., Cao, N., e Xiang, Z. (2023). Drivers of renewable energy transition: The role of ICT, human development, financialization, and R&D investment in China. *Renewable Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.02.027>

Lin, K., Ghosh, S., Abbas, S., Shahbaz, M., Ferraz, D., e Doğan, B. (2024). Heterogenous impact of energy security and environmental regulations on energy transition: exploring the disparity between high-income and middle-income countries. *Renewable Energy*, 237, 121610–121610. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2024.121610>

Liu, F., Su, C., Qin, M., e Lobont, O.-R. (2023). Winner or loser? The bidirectional impact between geopolitical risk and energy transition from the renewable energy perspective. *Energy*, 283, 129174. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.129174>

Lou, W., Lu, S., Li, M., e Taghizadeh-Hesary, F. (2025). Determinants of green energy investment—financial drivers and equitable transition. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04760-9>

Luderer, G., Madeddu, S., Merfort, L., Ueckerdt, F., Pehl, M., Pietzcker, R., Rottoli, M., Schreyer, F., Bauer, N., Baumstark, L., Bertram, C., Dirnaichner, A., Humpenöder, F., Levesque, A., Popp, A., Rodrigues, R., Strefler, J., e Kriegler, E. (2021). Impact of declining

renewable energy costs on electrification in low-emission scenarios. *Nature Energy*, 7(1), 32–42. <https://doi.org/10.1038/s41560-021-00937-z>

Luo, Z., e Rasheed, M. (2025). China's Path to Sustainability: The Role of Green Technologies, Resource Efficiency, and Environmental Policies. *Polish Journal of Environmental Studies*, 34(5), 5369–5382. <https://doi.org/10.15244/pjoes/191972>

Majeed, A., Ahmad, M., Rasheed, M. F., Khan, M. K., Popp, J., e Oláh, J. (2022). The Dynamic Impact of Financial Globalization, Environmental Innovations and Energy Productivity on Renewable Energy Consumption: Evidence From Advanced Panel Techniques. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.894857>

Majeed, M. T., Bashir, M., e Khalid, U. (2025). Drivers of Renewable Energy Adoption: Assessing the Role of Artificial Intelligence and Climate Finance in High-Income Economies. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences*, 19(3), 598. <https://doi.org/10.64534/commer.2025.575>

Maliszewska-Nienartowicz, J., e Stefański, O. (2024). Decentralisation versus centralisation in Swedish energy policy: the main challenges and drivers for the energy transition at the regional and local levels. *Energy Policy*, 188, 114105–114105. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2024.114105>

Marra, A., Colantonio, E., e Benedetti, R. (2025). A panel regression approach to the role of economic policy uncertainty in the energy transition: what to expect with the return of trumponomics? *Economia Politica*, 43(1), 327–360. <https://doi.org/10.1007/s40888-025-00388-9>

Mavambu, R. (2025, April 3). The Republic of Congo's reliance on fossil fuels: a threat to climate, biodiversity and human rights. *Greenpeace Africa*. <https://www.greenpeace.org/africa/en/press/57272/the-republic-of-congos-reliance-on-fossil-fuels-a-threat-to-climate-biodiversity-and-human-rights/>

Melsted, O., & Pallua, I. (2018). The Historical Transition from Coal to Hydrocarbons: Previous Explanations and the Need for an Integrative Perspective. *Journal of History*, 53(3), 395–422. <https://doi.org/10.3138/cjh.ach.53.3.03>

Mercure, J., Pollitt, H., Viñuales, J., Edwards, N., Holden, P., Chewpreecha, U., Salas, P., Sognaes, I., Lam, A., e Knobloch, F. (2018). Macroeconomic impact of stranded fossil

fuel assets. *Nature Climate Change*, 8(7), 588–593. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0182-1>

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., e Altman, D. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, 8(5), 336–341. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2010.02.007>

Muhire, F., Turyareeba, D., Adaramola, M. S., Natongo, M., Atukunda, R., e Olyanga, A. M. (2024). Drivers of green energy transition: a review. *Green Energy and Resources*, 2(4), 100105–100105. <https://doi.org/10.1016/j.gerr.2024.100105>

Muhire, F., Turyareeba, D., Olyanga, A. M., e Adaramola, M. S. (2026). Green energy transition financing in the East African community: A dynamic fixed effects - autoregressive distributed lag model. *Renewable and Sustainable Energy Transition*, 9, 100134. <https://doi.org/10.1016/j.rset.2025.100134>

Mukhtarov, S. (2024). Oil prices and the renewable energy transition: Empirical evidence from China. *Utilities Policy*, 91, 101840. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2024.101840>

Murshed, M., e Tanha, M. M. (2020). Oil price shocks and renewable energy transition: Empirical evidence from net oil-importing South Asian economies. *Energy, Ecology and Environment*, 6(3), 183–203. <https://doi.org/10.1007/s40974-020-00168-0>

Mushtaq, Z., Guo, J., Li, C., Lyu, H., e Liu, J. (2025). Evaluating the strategic role of stringent environmental policies and innovative technologies in China's green energy transitions. *Scientific Reports*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-26044-7>

Nigris, M. D., e Giuliano, F. (2023). The Role of Organised Civil Society in the Implementation of the Renewable Energy Transition and Renewable Energy Communities: A Qualitative Assessment. *Energies*, 16(10), 4122. <https://doi.org/10.3390/en16104122>

Nuta, A. C., Huseynova, R., Tanasa, F. E., e Nuta, F. M. (2025). The Role of Economic and Public Finance Tools in Achieving Energy Transition in Europe. *Economies*, 13(11), 329. <https://doi.org/10.3390/economies13110329>

Nyiwul, L., Hu, Z., Koirala, N. P., e Wasson, H. (2025). Economic uncertainty and renewable energy investment. *International Economics and Economic Policy*, 22(3). <https://doi.org/10.1007/s10368-025-00675-7>

Olawuyi, D. S. (2020). Can MENA extractive industries support the global energy transition? Current opportunities and future directions. *The Extractive Industries and Society*. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2020.02.003>

Oruç, E., Solmaz, A. R., İnce, M. R., e Kılınç, Y. (2025). Oil Prices, Financial Development, and Urbanization in the Renewable Energy Transition: Empirical Evidence from E-10 Countries. *Sustainability*, 17(22), 10242. <https://doi.org/10.3390/su172210242>

Oxfam. (2024). Unjust Transition: Reclaiming the energy future from climate colonialism. In *Oxfam.org*. <https://policy-practice.oxfam.org/resources/unjust-transition-reclaiming-the-energy-future-from-climate-colonialism-621732/>

Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J., Hróbjartsson, A., Lalu, M., Li, T., Loder, E., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., e McGuinness, L. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic Reviews*, 10(1), 89–89. <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01626-4>

Pantcheva, R. (2024). Economic and Social Drivers of Renewable Energy Consumption in the European Union: An Econometric Analysis. *Economic Studies Journal*, 7, 62–84. <https://ideas.repec.org/a/bas/econst/y2024i7p62-84.html>

Pata, U. K., Karlilar, S., e Kartal, M. T. (2023). On the road to sustainable development: the role of ICT and R&D investments in renewable and nuclear energy on energy transition in Germany. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 26(7), 2323–2335. <https://doi.org/10.1007/s10098-023-02677-y>

Purdy, C., e Castillo, R. (2022). China's role in supplying critical minerals for the global energy transition: What could the future hold? In *Brookings*. <https://www.brookings.edu/articles/chinas-role-in-supplying-critical-minerals-for-the-global-energy-transition-what-could-the-future-hold/>

Qamaruzzaman, M. (2025). Driving energy transition in BRI nations: The role of education, globalization, trade liberalization, and financial deepening – A comprehensive linear and nonlinear approach. *Energy Strategy Reviews*, 57, 101620. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101620>

Qamruzzaman, M., e Swarna, S. R. (2025). Innovation Led Renewable Energy Consumption in OECD Nations: Evidence from Fourier Functions. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 15(5), 427–449. <https://doi.org/10.32479/ijecp.19798>

Rogge, K., e Reichardt, K. (2016). Policy mixes for sustainability transitions: An extended concept and framework for analysis. *Research Policy*, 45(8), 1620–1635. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.04.004>

Rubio, T. G., e Jáuregui, J. G. (2022). Chinese Overseas Finance in Renewable Energy in Argentina and Brazil: Implications for the Energy Transition. *Journal of Current Chinese Affairs*, 51(1), 137–164. <https://doi.org/10.1177/18681026221094852>

Saadaoui, H. (2022). The impact of financial development on renewable energy development in the MENA region: the role of institutional and political factors. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(26), 39461–39472. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-18976-8>

Sakhraoui, K., Awopone, A. K., von Hirschhausen, C., Kebir, N., e Agadi, R. (2023). Toward a systemic approach to energy transformation in Algeria. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 8(2), 365–379. <https://doi.org/10.1007/s41207-023-00367-1>

Schimpf, C., DeCillia, B., Sleptcov, N., Thomas, M., e Thorlakson, L. (2021). If it ain't broke, don't fix it: how the public's economic confidence in the fossil fuel industry reduces support for a clean energy transition. *Environmental Politics*. <https://doi.org/10.1080//09644016.2021.1978199>

Scimago Journal e Country Rank. (2026). Scimagojr.com. <https://www.scimagojr.com/>

Sheraz, M., Sinha, A., Qin, Q., e Mumtaz, M. Z. (2024). The asymmetric nexus between energy transition and its drivers: New evidence from China. *Energy*, 310, 133236. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.133236>

Shittu, I., Latiff, A. R. B. A., e Baharudin, S. A. (2025). Petroleum subsidies, clean energy transition, and decarbonisation in oil-producing developing countries: what is the role of regulatory quality. *International Journal of Sustainable Economy*, 17(1), 26–51. <https://doi.org/10.1504/ijse.2025.142921>

Singhania, M., e Gupta, D. (2025). Towards net zero: How determinants of energy transition shape sustainable future. *Journal of Cleaner Production*, 525, 146561. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.146561>

Solomon, B. D., & Krishna, K. (2011). The coming sustainable energy transition: History, strategies, and outlook. *Energy Policy*, 39(11), 7422–7431. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.09.009>

Solomon, B. D., Pasqualetti, M. J., & Nelson, E. (2025). Global disparities in renewable energy development: Where they exist and why. *Applied Geography*, 186, 103825–103825. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2025.103825>

Sovacool, B., Hook, A., Martiskainen, M., Brock, A., e Turnheim, B. (2020). The decarbonisation divide: Contextualizing landscapes of low-carbon exploitation and toxicity in Africa. *Global Environmental Change*, 60, 102028. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.102028>

Stern, N. (2006). The Economics of Climate Change: The Stern Review. In *Grantham Research Institute on climate change and the environment*. <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/publication/the-economics-of-climate-change-the-stern-review/>

Sun, T., Li, R., e Wang, Q. (2025). From Algorithms to Sustainability: How AI Drives Renewable Energy Through Technology, Institutions, and Equity. *Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1002/sd.70547>

Tagliapietra, S. (2019). The impact of the global energy transition on MENA oil and gas producers. *Energy Strategy Reviews*, 26, 100397. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100397>

Tang, Y., Qian, L., Sun, M., e Huang, J. (2025). How to achieve clean energy transition through developing green finance? Evidence from China. *International Review of Economics & Finance*, 104, 104582. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2025.104582>

Tao, W., Sachin, K. M., Weng, S., Deng, X., Chen, X.-L., e Song, M. (2025). Exploring the impact of energy saving and emission reduction fiscal policy on renewable energy development: Evidence from China. *Economic Analysis and Policy*, 87, 463–483. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2025.06.018>

Todd, I., e McCauley, D. (2021). Assessing policy barriers to the energy transition in South Africa. *Energy Policy*, 158, 112529. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112529>

Ullah, F., Lu, Q., Jie, C., e Ullah, M. (2025). Role of Green Bonds in Energy Transition and Environmental Sustainability. *Energy*, 139635. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2025.139635>

United Nations. (1992). *United Nations Framework Convention on Climate Change* (p. 7). https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf

University of Glasgow. (n.d.). What is Grey Literature? Gla.ac.uk. Retrieved June 4, 2026, from <https://www.gla.ac.uk/myglasgow/research/managingyourpublications/sharingyourresearch/greyliterature/>

Vakulchuk, R., Overland, I., e Scholten, D. (2020). Renewable energy and geopolitics: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 122, 109547. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109547>

Vasa, L., Kubatko, O., Sotnyk, I., Piven, V., Trypolska, G., e Pysmenna, U. (2024). Economic and environmental drivers of renewable energy transition in the EU. *Environmental Economics*, 15(2), 232–245. [https://doi.org/10.21511/ee.15\(2\).2024.16](https://doi.org/10.21511/ee.15(2).2024.16)

Wang, E., Gozgor, G., Mahalik, M. K., Patel, G., e Hu, G. (2022). Effects of institutional quality and political risk on the renewable energy consumption in the OECD countries. *Resources Policy*, 79, 103041. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103041>

Wang, X., Jin, W., e Stan, S.-E. (2025). Empowering energy transition: Revisiting the dynamic impacts of Carbon emissions trading and the crude oil market. *Economic Analysis and Policy*, 86, 988–1001. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2025.04.020>

Wang, Y., Wang, D., Yu, L., e Mao, J. (2023). What really influences the development of renewable energy? A systematic review and meta-analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(22), 62213–62236. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26286-w>

Way, R., Ives, M., Mealy, P., e Farmer, J. (2022). Empirically grounded technology forecasts and the energy transition. *Joule*, 6(9), 2057–2082. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2022.08.009>

Worldometer. (2026). *How many countries are there in the world? (2026) - Total & List - Worldometer*. Worldometer. <https://www.worldometers.info/pt/geografia/quantos-paises-existem-no-mundo/>

Wu, K., e Davis, E. (2025). Economic Determinants of Renewable Energy Consumption in China: Integrating Green Infrastructure, Urban Agglomeration, and Environmental Stressors. *Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1002/sd.70521>

Xu, J., Chen, Y., Yang, N., e Shao, S. (2025). The impact of artificial intelligence on the energy transition: evidence from Chinese cities. *World Development*, 195, 107126. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2025.107126>

Xuan, V. N. (2025). Economic Growth, FDI, and Energy Transition in India's Revolution 6.0. *SAGE Open*, 15(4). <https://doi.org/10.1177/21582440251390652>

Yadou, B. A., Ntang, P. B., Tchietousouah, R. T., e Abam-Nde, V. A. (2023). Do remittances align with energy transition in Africa? An approach with the level of income of countries. *Natural Resources Forum*, 48(2), 549–571. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12333>

Yang, Y., Xia, S., Huang, P., & Qian, J. (2024). Energy transition: Connotations, mechanisms and effects. *Energy Strategy Reviews*, 52, 101320–101320. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101320>

York, R., e Bell, S. (2019). Energy transitions or additions? *Energy Research & Social Science*, 51, 40–43. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.01.008>

Yu, J., Cai, X., Ji, X., Liang, L., e Yang, J. (2025). Promoting urban energy transitions: Lessons from interpretable machine learning with evidence from China. *Energy*, 334, 137812. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2025.137812>

Zhang, W.-L., Fumey, M. P., Yeboah, E., Karikari, F. A., Bekun, F. V., e Moro, K. D. (2025). The role of environmental tax policy, natural resource rents, and outward foreign direct investment in advancing clean energy consumption in BRICS-T countries. *International*

Journal of Sustainable Development & World Ecology.
<https://doi.org/10.1080//13504509.2025.2582187>

Zhinda-Almeida, R. G., e Ruiz-Carrillo, J. A. (2025). Factors Influencing the Adoption of Renewable Energies in Developing Countries. *Sustainable Development*.
<https://doi.org/10.1002/sd.3490>