

# A GEOGRAFIA DAS TRANSIÇÕES ENERGÉTICAS: UMA ABORDAGEM SISTEMÁTICA DOS DETERMINANTES REGIONAIS

Lindomayara França Ferreira<sup>1</sup>  
Eduardo Gonçalves<sup>2</sup>

**Resumo:** As regiões têm apresentado protagonismo no processo de transformação do setor energético. Visando combinar objetivos ambientais, segurança energética e competitividade econômica as características regionais podem ser instrumentos de orientação e operacionalização de metas nacionais e internacionais para a transição energética. No entanto, diante das heterogeneidades e particularidades no processo de transição, essas “arenas” de transformações não apresentam uma política uniforme. A partir do método de revisão sistemática, este artigo propõe reunir estudos teóricos e empíricos que discutam os determinantes regionais no direcionamento dos diferentes contextos de transição energética. Em específico, identificar os seus desdobramentos sobre a política energética nacional. Com um avanço exponencial da temática nas duas últimas décadas, o artigo identifica três dimensões centrais de determinantes regionais: i) política; ii) econômica e, iii) social. Além desses aspectos, a literatura apresenta evidências da importância de políticas regionais conexas e alinhadas às metas globais de descarbonização. Em conclusão, os resultados fornecem *insights* e orientações para os formuladores de políticas, com a finalidade de potencializar o processo de transição energética.

**Palavras-Chave:** Geografia da Transição Energética; Desenvolvimento Regional; Política Energética.

**Código JEL:** Q48; O13; O39.

**Área Temática:** Infraestrutura, transporte, energia, mobilidade e comunicação.

**Abstract:** The regions have played a leading role in the transformation process of the energy sector. Aiming to combine environmental objectives, energy security and economic competitiveness, regional characteristics can be instruments of guidance and operationalization of national and international goals for the energy transition. However, given the heterogeneities and particularities in the transition process, these “arenas” of transformations do not present a uniform policy. Based on the method of systematic review, this article proposes to bring together theoretical and empirical studies that discuss regional determinants in the direction of different contexts of energy transition. Specifically, identify its consequences on the national energy policy. With an exponential advance of the theme in the last two decades, the article identifies three central dimensions of regional determinants: i) political; ii) economic and iii) social. In addition to these aspects, the literature presents evidence of the importance of regional policies connected and aligned with global decarbonization goals. In conclusion, the results provide insights and guidance for policymakers to enhance the energy transition process.

**Keywords:** Geography of the Energy Transition; Regional Development; Energy Policy.

**JEL Codes:** Q48; O13; O39.

---

<sup>1</sup> Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Economia na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF/PPGE) e pesquisadora do Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais (LATES/UFJF). E-mail: <lindomayara.franca@estudante.ufjf.br>.

<sup>2</sup> Professor do Programa de Pós-graduação em Economia na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF/PPGE) e pesquisador do Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais (LATES/UFJF). E-mail: <eduardo.goncalves@ufjf.br>.

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de descarbonização tem sido amplamente enfatizado no desenvolvimento das políticas públicas de diferentes economias ([MATHIAS et al., 2021](#); [GONÇALVES, 2021](#)). Apontadas como tecnologias chave na mitigação de mudanças climáticas antropogênicas ([FERREIRA et al., 2021](#)), a migração do uso de combustíveis fósseis para as tecnologias de fontes renováveis de energia tem promovido oportunidades de transformação em diferentes contextos espaciais ([BINZ, 2020](#)).

Seguindo *insights* da geografia econômica e de uma agenda ambiental, a última década apresentou um crescente interesse na literatura da geografia de inovação e de mudanças tecnológicas ([HANSEN; COENEN, 2015](#)), a fim de fundamentar o processo de transição sustentável ([LOORBACH et al., 2017](#)). Definido como um processo complexo e multidimensional, onde a mudança está enraizada no tempo e em contextos específicos do lugar ([SUITNER; ECKER, 2020](#)), a transformação do setor energético apresenta diversos desafios de natureza político, econômico e social. Especialmente, em países com menor grau de desenvolvimento, no qual apresentam gargalos científicos e tecnológicos.

Embora as condições físicas e a disponibilidade de recursos naturais sejam fatores importantes nas decisões de investimento do setor energético, o processo de transição tem apresentado como pano de fundo alguns aspectos relevantes no âmbito regional, tais quais: as características de infraestrutura ([COENEN et al., 2012](#)), as especificidades geográficas ([LUTZ et al., 2017a](#)), os fatores sociotécnicos ([CHLEBNA; MATTES, 2020](#)) e os aspectos de governança ([BRADSHAW; JANNUZZI, 2019](#); [SUITNER; ECKER, 2020](#)).

De acordo com [Gibbs e O’neill \(2016\)](#), as configurações pré-existentes de um lugar podem intensificar desigualdades no processo de transição, ou seja, apresentar maiores oportunidades em relação a outros. Nessa perspectiva, as regiões podem apresentar protagonismo e compartilhar a responsabilidade de contribuir para às metas de descarbonização na escala global ([LUTZ et al., 2017a](#)), a partir de um *mix* políticas orientadas ([MAZZUCATO, 2018](#)).

Com a finalidade de acelerar drasticamente o processo de transição, alguns países têm adotado iniciativas de cooperação com metas alinhadas ao comprometimento climático. A Alemanha, por exemplo, estabeleceu como meta uma participação de 80% na geração de eletricidade por fontes renováveis até 2050. Nos Estados Unidos, a proposta de reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 50% até 2030, em comparação com 2013, também apresenta aspectos relevantes para a transição, destacando-se a atuação do Estado como principal condicionante para uma profunda transformação do paradigma vigente ([MATHIAS et al., 2021](#)). Concomitante, as pautas do processo de transição na China vão desde a ampliação de uso de renováveis na matriz energética até a produção em larga escala de carros elétricos ([GONÇALVES, 2021](#)). Na região nórdico-báltica, a tecnologia eólica *onshore* tem apresentado um maior protagonismo no processo de transição para a neutralidade de carbono do setor energético ([BOLWIG et al., 2020](#)).

Em linhas gerais, implícita ou explicitamente, os trabalhos têm apresentado uma maior ênfase nas transições energéticas em escala nacional e global. Trabalhos voltados para uma investigação das dinâmicas em que as transições evoluem na escala regional ainda são escassos. Para [Gibbs e O’neill \(2016\)](#), as análises na perspectiva multinível são fundamentais para o avanço da literatura, de modo que a incorporação socioespacial e as interconexões multiescalares possam ocorrer ao mesmo tempo, reforçando-se mutuamente no processo de transição ([TRUFFER et al., 2015](#)). Cabe ressaltar que a governança na escala regional pode apresentar componentes das políticas de cima para baixo (*top-down*) ou de baixo para cima (*bottom-up*), igualmente, a transição energética pretendida pode exibir estímulos diretos e indiretos da política internacional ([SEDLACEK et al., 2020](#)).

Nessa perspectiva, assumindo que há uma transição em curso e que as regiões são arenas de transformações, tem-se como objetivo central reunir estudos teóricos e empíricos que discutam os determinantes regionais no direcionamento dos diferentes contextos de transição energética. Em específico, identificar os desdobramentos das decisões energéticas no âmbito regional sobre a política energética nacional, ou seja, no contexto *bottom-up*. Para tal, utiliza-se o método de revisão sistemática, em que reúne por meio de palavras-chave resultados de pesquisas anteriores, apresentando um panorama das evidências existentes e lacunas a serem exploradas.

A partir desse contexto, este artigo está organizado em três seções, além desta introdução e das considerações finais. A segunda seção abordará alguns fundamentos teóricos sobre inovação ambiental e geografia das transições. A terceira seção se subdividirá em duas subseções: inicialmente, apresentará o método de pesquisa adotado – bem como, os procedimentos e critérios de seleção; posteriormente, apresentará uma análise descritiva dos dados a partir do levantamento da literatura. A quarta seção realizará uma análise da literatura selecionada, o que abrange o aspecto conceitual da geografia da transição energética e os principais fatores determinantes da transição energética na perspectiva regional, além dos desdobramentos das decisões energéticas no âmbito regional sobre a política nacional.

## **2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS SOBRE INOVAÇÃO AMBIENTAL E GEOGRAFIA DAS TRANSIÇÕES**

As inovações ambientais consistem em novas combinações que minimizam a degradação ecológica centrada nas atividades antropogênicas (COOKE, 2011). Por se tratar de um tema emergente, verifica-se na literatura uma diversidade de terminologias de inovações que incorporam objetivos de dimensão ambiental – tais como: “inovação ambiental”, “inovação verde” ou “inovação sustentável” (KOELLER et al., 2020).

Diante de inúmeros desafios de natureza ambiental e climática em escala global, as inovações ambientais diferem das inovações convencionais por apresentarem peculiaridades com o foco na mitigação desses problemas (LOSACKER et al., 2021). Assim como ocorre com as inovações convencionais, as tecnologias ambientais seriam beneficiadas de fontes externas de conhecimento no nível regional, bem como, da proximidade com centros de pesquisas e universidades (HORBACH, 2014), demandando um elevado nível de habilidades cognitivas. Além disso, a inovação ambiental apresenta *spillovers* positivos tanto na fase de desenvolvimento, quanto na fase de difusão (LOSACKER et al., 2021).

Denominada como a “nova geografia econômica”, a geografia da inovação destaca a importância da proximidade e da localização para o processo de inovação, o qual se concentra em determinados espaços e momentos (FELDMAN; KOGLER, 2010) que envolvem questões que vão além dos aspectos econômicos – como aspectos de dimensões sociais, institucionais e culturais. No que concerne às conexões espaciais dentro da “nova geografia econômica”, a literatura destaca que as parcerias interorganizacionais têm sido estreitadas a partir de relações de redes sociais, em que o espaço é considerado uma construção social condicionada pelas relações entre os atores (HANSEN; COENEN, 2015).

A “nova geografia econômica” apresenta *insights* relevantes para explorar as espacialidades dos processos de transições. Além disso, oferece uma compreensão “das maneiras pelas quais a distribuição espacialmente desigual de habilidades, capacidades tecnológicas e capacidades institucionais influenciam os potenciais de inovação e transformação” (BINZ et al., 2020, p.2).

Subdividida em quatro perspectivas gerais, o Quadro 1 destaca tipos de transições e os diferentes contextos em que se inserem. Pode-se dizer que o termo “transição tecnológica” apresenta raízes do debate da literatura Neo-Schumpeteriana sobre inovações disruptivas

([SCHUMPETER, 1997](#)), ondas longas (*Kondratiev*) e mudanças de paradigmas ([PEREZ, 2009](#)). O foco inicial das pesquisas sobre transições se concentra na análise de transições em torno de tecnologias específicas ou subsistemas – mobilidade, energia e agricultura, por exemplo –, conhecido também como sistemas sociotécnicos ([LOORBACH et al., 2017](#)). Segundo [Sedlacek et al. \(2020\)](#), as transições são entendidas como mudanças orientadas para o longo prazo, que ocorrem no contexto de interações sociais, tecnológicas e institucionais. Ainda segundo o autor, a “transição sustentável” reúne mudanças que vão além dos aspectos técnicos, a qual envolve a participação de diferentes agentes – público, privado e terceiro setor.

**Quadro 1 – Visão geral do tipo de transição**

<b>Tipo de Transição</b>	<b>Contexto e foco</b>
<i>Transição Tecnológica</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para superar a dependência do caminho e os aprisionamentos dos sistemas sociotécnicos existentes;</li> <li>• O papel de tecnologias específicas na inovação;</li> <li>• Aplicado em sistemas baseados em tecnologias e infraestrutura técnica.</li> </ul>
<i>Transição Sustentável</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resiliência de diferentes sistemas;</li> <li>• Mudança sociotécnica e sociopolítica;</li> <li>• Participação pública, privada e do terceiro setor.</li> </ul>
<i>Transição Social</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Setores específicos;</li> <li>• Níveis geográficos específicos;</li> <li>• Contexto de aprendizagem social;</li> <li>• Transições no consumo e na produção;</li> <li>• Transições espaciais.</li> </ul>
<i>Transição Energética</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transições descentralizadas;</li> <li>• Visões orientadoras como base para a gestão da transição;</li> <li>• Regiões de energia como sistemas sociotécnicos;</li> <li>• Desenvolvimento do sistema de energia.</li> </ul>

Fonte: Elaboração dos autores, adaptado de [Sedlacek et al. \(2020\)](#).

Para além das definições no contexto econômico, com contribuições de diferentes campos, o termo “transição sustentável” tem sido amplamente utilizado para referenciar as mudanças em larga escala, que envolvem grandes desafios sociais ([LOORBACH et al., 2017](#)), ambientais e a distribuição de diferentes processos de transição no espaço ([HANSEN; COENEN, 2014](#)). Para [Coenen et al. \(2012\)](#), a compreensão dos impactos locais no processo da transição sustentável torna-se relevante para explicar as desigualdades geográficas em torno desse processo, assim como a própria resiliência de diferentes sistemas ([SEDLACEK et al., 2020](#)).

Dentro desse arcabouço, as especificidades do lugar – como as normas e os valores específicos –, apresentam influências importantes para o debate da desigualdade geográfica da transição sustentável ([HANSEN; COENEN, 2015](#)). Em particular, oferece evidências robustas pelas quais a distribuição espacial e desigual de habilidades, capacidades tecnológicas e aspectos institucionais moldam os potenciais da inovação e da transformação estrutural ([BINZ et al., 2020](#)). A “transição social” apresenta características onde o conhecimento é compartilhado e transferido para terceiros a partir de novas formas de parcerias e conexões de rede ([SEDLACEK et al., 2020](#)).

No que concerne à “transição energética”, [Loorbach et al. \(2017, p. 601\)](#) destacam como uma transformação que vai além de uma simples mudança tecnológica “é uma luta pelo poder e uma mudança sociocultural que tem um efeito profundo nas instituições, rotinas e crenças incumbentes”, visando combinar objetivos ambientais – descarbonização em escala global, por exemplo – e competitividade econômica. Para [Queiroz-Stein \(2019\)](#), as transições energéticas devem ser analisadas a partir das transições sociotécnicas para a sustentabilidade, de modo que, as sociedades devem passar por profundas mudanças estruturais. Em linhas gerais, a transição

energética faz parte de um processo mais amplo, o da transição sustentável ([STUDZIENIECKI et al., 2022](#)). Relacionando esses aspectos com a heterogeneidade dos espaços em que ocorrem essas transições ([HANSEN; COENEN, 2015](#)), a literatura da geografia da transição energética apresenta *insights* relevantes para a teorização de transições como um todo ([BINZ et al., 2020](#)) e, ao mesmo tempo, identifica os fatores que podem dificultar ou impulsionar o processo de transição em diferentes cenários, sobretudo, na escala regional.

### 3. MÉTODO

À medida em que há um avanço dos estudos teóricos e empíricos, a revisão sistemática da literatura tem sido amplamente utilizada como um instrumento de mapeamento científico ([ARIA; CUCCURULLO, 2017](#)), reunindo, por meio de palavras-chave, resultados de pesquisas anteriores com a finalidade de apresentar um panorama das evidências existentes e lacunas a serem exploradas ([TRANFIELD et al., 2003](#); [KITCHENHAM, 2004](#); [ARIA; CUCCURULLO, 2017](#)).

Para alcançar os objetivos deste artigo, será realizada uma revisão sistemática da literatura, por meio do *Bibliometrix*<sup>3</sup>. Esse procedimento bibliométrico permite inferir tendências de pesquisas e identificar mudanças nas fronteiras temáticas ([ARIA; CUCCURULLO, 2017](#)). Além disso, as revisões sistemáticas adotam critérios replicáveis e transparentes, de caráter mais robusto em relação às revisões tradicionais ([TRANFIELD et al., 2003](#)), bem como critérios de inclusão e exclusão explícitos para avaliar cada estudo primário potencial, incluindo critérios de qualidade ([KITCHENHAM, 2004](#)).

A fim de minimizar vieses no processo de revisão, faz-se imprescindível adotar alguns princípios básicos, além da transparência já mencionada, dentre eles: i) clareza, permitindo a identificação de como a revisão chegou a uma lista final de estudos; ii) foco, apontando as evidências primárias para a problemática; iii) uniformização, ao ampliar o escopo de disseminação; iv) igualdade, ao analisar os estudos por seus próprios méritos; v) acessibilidade e cobertura ampla, permitindo disponibilidade e acesso abrangente das evidências científicas e, por fim, a vii) síntese ([THORPE et al., 2005](#)).

Em linhas gerais, os procedimentos usuais na revisão sistemática consistem em três fases: i) planejamento, ou seja, a identificação da necessidade de uma revisão, e o desenvolvimento de um protocolo de revisão; ii) desenvolvimento, que consiste na identificação da pesquisa, na seleção de estudos primários, na avaliação da qualidade do estudo, na extração e monitoramento de dados e na síntese de dados e, por fim, iii) relato da revisão ([TRANFIELD et al., 2003](#)). Cabe mencionar que esses procedimentos podem apresentar caráter interativo entre as etapas ([KITCHENHAM, 2004](#)). Diante do exposto, a subseção seguinte detalha os procedimentos adotados na revisão sistemática do presente artigo.

#### 3.1 Procedimentos e Critério de Seleção

Utilizaram-se as bases de dados dos periódicos<sup>4</sup> revisados por pares como *Scopus* (Elsevier), *Science Direct* (Elsevier), JSTOR, *SpringerLink* e a *Web of Science*, com o período de seleção entre 2000 e 2022<sup>5</sup>. No primeiro estágio da fase de desenvolvimento da revisão sistemática foi realizado a busca por artigos científicos publicados em inglês com as seguintes palavras-chave e operadores booleanos: *Region\** AND *Energy* AND *Transition*, no título. Esse filtro especifica

---

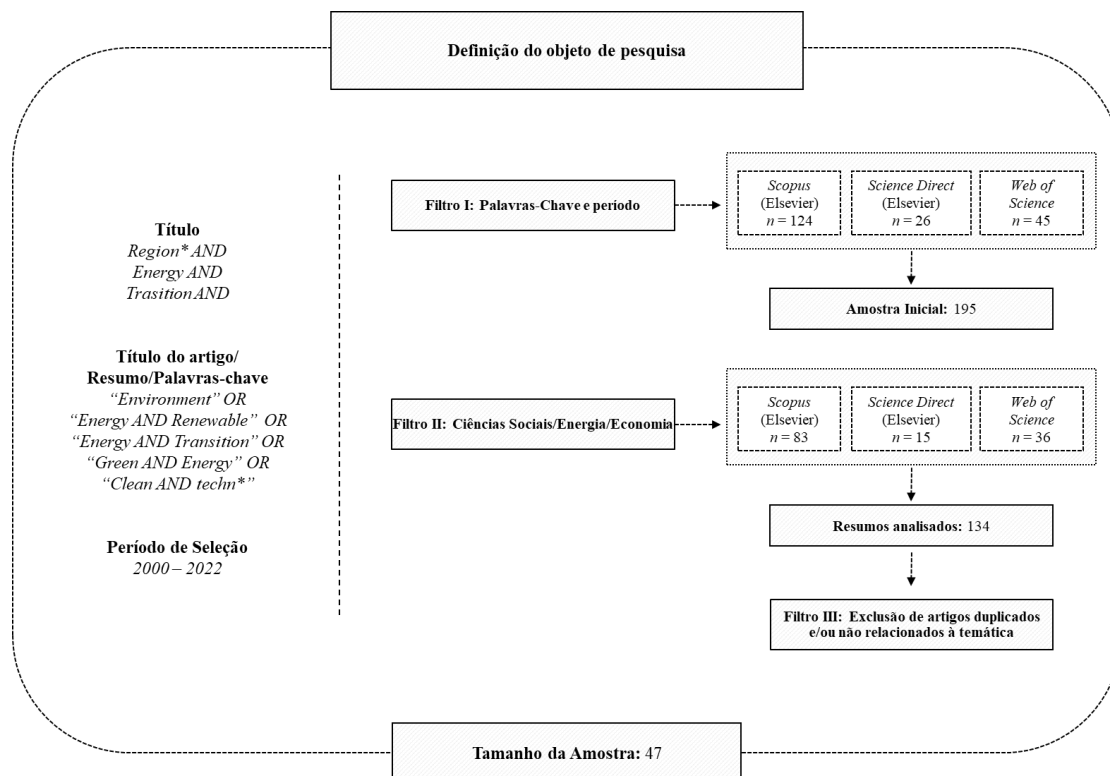
<sup>3</sup> Desenvolvida na linguagem de computação estatística e gráfica R (*Software* livre de programação). Ver [Aria e Cuccurullo \(2017\)](#).

<sup>4</sup> Busca realizada por meio da Capes Periódicos.

<sup>5</sup> Período inicial de publicação e avanço na literatura, com um maior número de registros nos periódicos selecionados.

trabalhos que possuem a expressão exata, não contabilizando aqueles que possuem apenas um dos termos. Adicionalmente, foi utilizado as palavras-chave e operadores *booleanos*: *Environment OR Energy Renewable OR Energy Transition OR Green Energy OR Clean Techn\**, como filtro de identificação por título, resumo ou palavras-chave (Filtro I) e, neste caso, pode ser contabilizado trabalhos que possuem apenas uma das expressões – ou mais de uma – no título, resumo ou palavras-chave do autor.

As escolhas desses termos partiram de uma revisão geral na literatura, a fim de identificar os termos potencialmente relevantes para a problemática, além disso, foi adicionado os sinônimos mais usuais, para garantir um maior número de trabalhos, conforme ilustra a Figura 1.



**Figura 1** – Mapeamento do Objeto de Pesquisa

Fonte: Elaboração dos autores.

Após os procedimentos iniciais aplicados em cada periódico<sup>6</sup>, foi identificado um número total de 195 publicações. Os trabalhos que não pertenciam ao menos a uma das subáreas<sup>7</sup> pretendidas – ciências sociais, energia ou economia –, foram excluídos (Filtro II). Restando 134 publicações no somatório dos três periódicos, no segundo estágio.

No terceiro estágio, os trabalhos remanescentes foram submetidos a uma análise mais detalhada dos seus resumos, selecionando apenas os artigos que estavam relacionados com a problemática e excluindo os artigos duplicados (Filtro III). Por fim, após a aplicação desses critérios de inclusão e exclusão da pesquisa, foram encontrados 47 estudos pertinentes. Os estágios de extração e monitoramento de dados serão expostos com mais detalhe na próxima subseção.

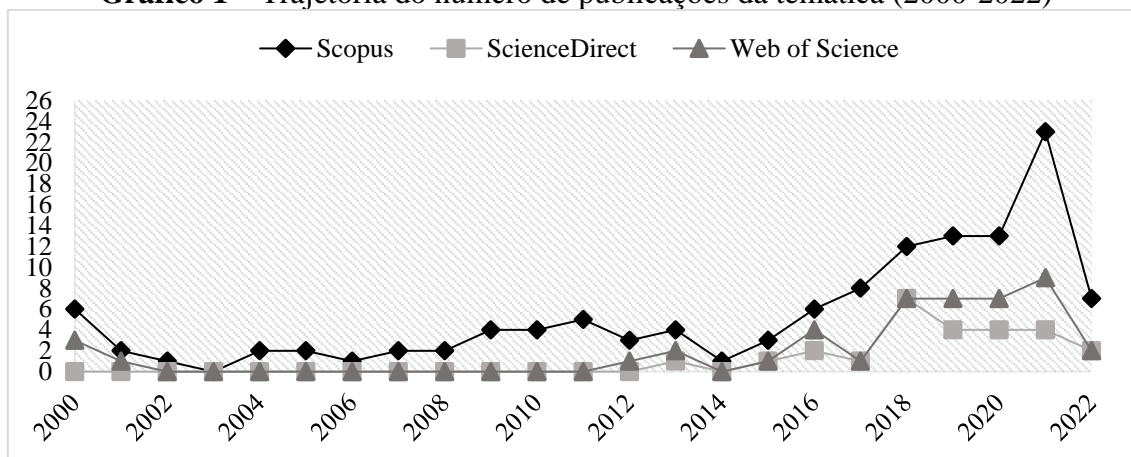
<sup>6</sup> Cabe destacar que não houve registros de artigos nos periódicos JSTOR e SpringerLink, a partir dos critérios adotados.

<sup>7</sup> Alguns periódicos apresentam categorias diferentes, portanto: Scopus – filtro “energy”, “social science” e “economics”; Science Direct – filtro “energy” e “social science”; Web of Science – filtro “economics” e “energy”.

### 3.2. Análise Descritiva dos Dados

Para observar o avanço da produção científica mundial em relação à literatura da transição energética no âmbito regional, a partir dos periódicos previamente selecionados, contabilizou-se um total de 195 trabalhos publicados entre 2000 e 2022, conforme ilustra o Gráfico 1.

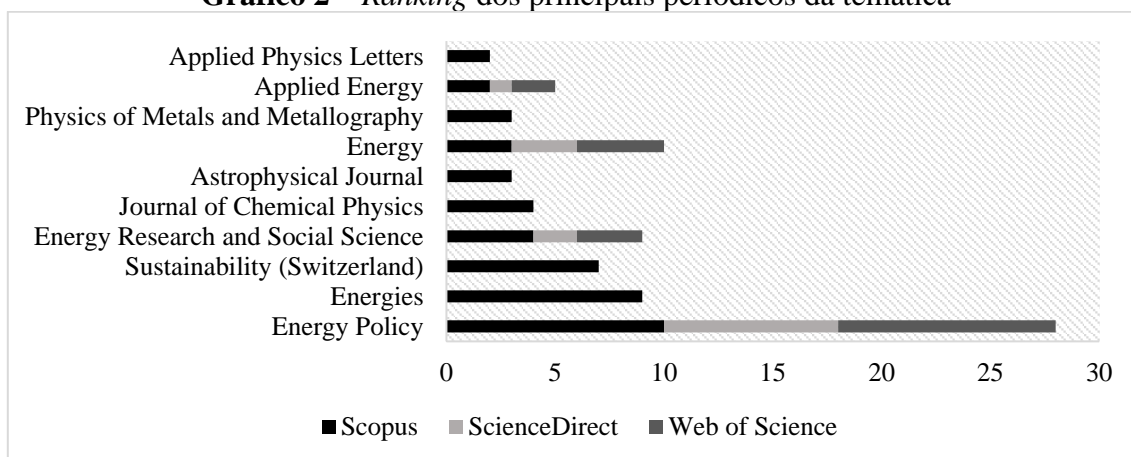
**Gráfico 1** – Trajetória do número de publicações da temática (2000-2022)



Fonte: Elaboração dos autores.

No que se refere aos termos mais relevantes nos resumos dos trabalhos – além dos termos utilizados no procedimento metodológico –, tem-se “*carbon*”, “*local*” e “*system*” como as palavras-chaves citadas com maior frequência, sendo esse último identificado nas três bases de dados como um tema motor, ou seja, um tema com elevado grau de desenvolvimento e relevância, conforme ilustra a Figura no Apêndice I. Um outro fator importante refere-se aos temas de “*policy*” e “*carbon*” identificada na base da *Web of Science* como um tema motor, porém com um baixo grau de desenvolvimento, caracterizando-se como temas relevantes para uma nova agenda de pesquisa.

**Gráfico 2** – Ranking dos principais periódicos da temática



Fonte: Elaboração dos autores.

Os principais periódicos que mais publicaram artigos na temática foram os voltados para o setor de energia: “*Energy Policy*”, “*Energy*” e “*Energy Research & Social Science*”. Ademais, periódicos de pesquisa climática, de meio ambiente e de engenharias, também foram

identificados, conforme ilustra o Gráfico 2. Nessa perspectiva, esses resultados sugerem previamente a deficiência de uma agenda de pesquisa no campo regional e urbano.

Embora seja um campo de pesquisa recente, nos últimos anos têm sido perceptível um exponencial interesse na literatura. A partir dos resultados, é possível identificar que “energy”, “carbon” se mantém com alta relevância entre o período; enquanto, “region” surge na última década conectado com o termo “system” e “energy” na década anterior (Apêndice I). Preliminarmente, em linhas gerais, esses resultados apontam não só as direções para o desenvolvimento da presente temática, mas também suas possíveis lacunas a serem exploradas.

#### 4. REVISÃO SISTEMÁTICA

As discussões em torno da inserção de tecnologias renováveis na matriz energética abrem fronteiras entre o debate da geografia de transições sustentáveis e da geografia de energia, posicionando as regiões como as principais impulsionadoras das inovações (LUTZ et al., 2017a). Nessa perspectiva, para melhor compreensão dos fatores determinantes no direcionamento da transição energética no âmbito regional, faz-se imprescindível discutir sobre as dimensões da geografia da transição e da dinâmica espacial do setor.

As características regionais podem ser instrumentos de orientação e operacionalização de metas nacionais e internacionais na transição energética (LUTZ et al., 2017a). Segundo Binder et al. (2017), a transição do atual sistema provavelmente será uma das transições sociais mais complexas e de longo prazo da história. Caracterizada por sua complexidade, as transições de energia são processos inerentemente políticos, dependentes de caminhos, que implicam muitas vezes em mudanças sistêmicas profundas (SUITNER; ECKER, 2020); definidas como processos dinâmicos (CHLEBNA; MATTES, 2020) de inovações sustentáveis, que levam à substituição de fontes fósseis por fontes renováveis no setor energético (HORBACH; RAMMER, 2018).

Além disso, as transições energéticas apresentam uma perspectiva multinível e multifásica, que podem ocorrer em diferentes níveis – micro, meso e macro – e em diferentes fases – pré-desenvolvimento, decolagem, aceleração e estabilização (HECHER et al., 2016). Para Kempenaar et al. (2020), os *ateliers de design* regionais podem funcionar como arenas de transição sistêmicas valiosas em suas diferentes fases.

Altamente dependente da característica local, para que se possa compreender de forma adequada a transição energética, as dinâmicas de caráter social e institucional devem ser colocadas no centro das investigações (CHLEBNA; MATTES, 2020). Na perspectiva periférica, as regiões podem apresentar uma constante marginalização, baixa acessibilidade e conectividade, dependência externa, fuga de “cérebros” e baixa qualificação da força de trabalho, por exemplo (SUITNER; ECKER, 2020). Em linhas gerais, as discussões do desenvolvimento econômico entre centro e periferias também se verificam no processo de transformação do setor energético (BOUZAROVSKI; HERRERO, 2017), ressaltando a importância de instituições fortes e de uma atuação governamental mais incisiva, sobretudo, no desenvolvimento de políticas públicas articuladas.

Em comparação com a literatura de transição, Lutz et al. (2017a) destacam que os estudos do setor energético são mais práticos e envolvem apenas dois aspectos: i) contexto natural que avalia o potencial de oferta de energias renováveis e, o ii) contexto socioeconômico que estima a demanda de energia, inserindo características sociais no âmbito regional. As questões de mudanças sociais, promovidas pelas relações entre atores e instituições que estão organizados em redes, são fatores relevantes no contexto de economias emergentes (RUPPERT-WINKE et al., 2016; SUITNER; ECKER, 2020). Portanto, faz-se relevante identificar a maneira pela qual a política energética vem sendo desenvolvida diante dos padrões de desigualdade regional e social (BOUZAROVSKI; HERRERO, 2017).



Um outro aspecto relevante refere-se à compreensão da infraestrutura energética regional e à aceitação social no processo de transição, de modo que o processo de descarbonização está atrelado a uma transformação socioeconômica em larga escala ([BOLWIG et al., 2020](#)). Em outras palavras, o desenvolvimento de infraestrutura de energia pode apresentar resistência local ao implantar determinadas tecnologias. Assim, diante desse contexto inicial, a próxima subseção propõe responder o seguinte questionamento: i) quais os principais estímulos regionais para o aprofundamento da transição energética?

#### **4.1. Fatores Determinantes das Transições Energéticas Regionais**

Para o fornecimento de metas e instrumentos ([GOLZ; WEDDERHOFF, 2018](#)), além das inovações e mudanças tecnológicas, o processo de transição envolve estruturas de governanças, regulamentações e políticas ([MCCAULEY; STEPHENS, 2012](#); [HOPPE; MIEDEMA, 2020](#); [GOERS et al., 2021](#)). Composto por uma grande variedade de atores que estão distribuídos nas arenas de transições ([BINDER et al., 2017](#)), a interação entre os níveis de governança na implementação tem sido apontada como um pré-requisito fundamental no desenvolvimento de condições estruturais da transformação ([IRSHAID et al., 2021](#)), na medida em que o surgimento de arranjos de governança desafiam o sistema tradicional do setor ([JUWET; DERUYTTER, 2021](#)).

No que se refere aos aspectos de regulamentação legal, [Golušin et al. \(2013\)](#) destacam que fragilidades no marco regulatório, ferramentas de monitoramento inadequadas, tecnologias desatualizadas e o capital humano de baixa qualificação, são alguns dos fatores que impendem as transformações no sistema energético dos países Balcãs Ocidentais.

O apoio financeiro é crucial para o processo da transição energética, primordialmente, em relação aos projetos de infraestrutura inovadora ([HECHER et al., 2016](#)) e as regiões periféricas ([SUITNER; ECKER, 2020](#)). Em contrapartida, tanto os aspectos regulatórios e institucionais – no âmbito nacional e estadual – ([IRSHAID et al., 2021](#)) quanto a indisponibilidade do financiamento, podem atrasar esse processo de transição e intensificar as disparidades entre as regiões com baixo grau de desenvolvimento ([HECHER et al., 2016](#)).

Compreender a dinâmica de infraestrutura de energia e como ela é governada torna-se especialmente importante para a descentralização e maturidade do setor ([RUPPERT-WINKE et al., 2016](#)), dado que a governança da infraestrutura desempenha um papel crucial no processo de transição sociotécnica, assim como seus aspectos de resiliência ([KOMENDANTOVA, 2018](#)). Para [Hecher et al. \(2016\)](#), a interação entre os atores influencia na configuração da infraestrutura energética descentralizada e na quantidade de energia produzida regionalmente, exercendo um impacto direto no processo de transição. Cabe ressaltar que a falta de acesso à infraestrutura energética requer ações mais eficazes dos formuladores de política ([KERIMRAY et al., 2018](#)).

No que diz respeito à resiliência do sistema ao longo da trajetória de transição energética – ou seja, da capacidade de um sistema absorver as perturbações e reorganizar suas estruturas enquanto ocorre as mudanças disruptivas pretendidas – os atores de diferentes arenas devem ser incluídos e devem colaborar entre si. Segundo [Ko et al. \(2021\)](#), um resultado positivo da abordagem orientada para a resiliência no âmbito local consiste em um certo grau de autonomia e na capacidade de proteger o sistema de efeitos “dominó”, para os casos de desastres naturais antropogênicos.

Considerada como uma das iniciativas sociotécnicas mais ambiciosas, na região de Allgäu (Alemanha), o processo de transição tem se mostrado altamente resiliente, a partir de indicadores de diversidade. Por outro lado, os indicadores de conectividade sinalizaram que o processo pode apresentar estagnações ([MÜHLEMEIER et al. 2017](#)). Essas experiências em diferentes contextos ressaltam, portanto, a importância da conectividade social (atores de

diferentes arenas sociais) e da diversidade (atores com diferenças qualitativas funcional entre as arenas) ([BINDER et al., 2017](#); [WYSS et al., 2018](#)). Os cenários com baixa conectividade e baixa diversidade provavelmente apresentará problemas técnicos e ineficiências de governanças e, portanto, exibirá um cenário de transição fracassado ([WYSS et al., 2018](#)).

As instituições são descritas como a totalidade de regras e rotinas socialmente estabelecidas e dependentes do caminho, organizações e práticas ([SUITNER; ECKER, 2020](#)). Não obstante, o conhecimento pré-existente e a estrutura industrial local são condicionantes fundamentais para o direcionamento da transição ([XIAO et al., 2019](#)). Cabe destacar que a eficácia das transições pode ser afetada tanto pela ausência quanto pela sobreposição das ações advinda das instituições ([IRSHAID et al., 2021](#)). Com relevância em diferentes estágios no processo de transição, o desenvolvimento da região e a aplicação das tecnologias inovadoras tem como espinha dorsal a pesquisa e o desenvolvimento (P&D) e a atuação dos empreendedores visionários ([HECHER et al., 2016](#)).

Em relação aos acordos comerciais, a transição para o uso de renováveis também pode ser beneficiada a partir da integração comercial regional, uma vez que esse mecanismo pode ser um meio crível para facilitar a transição energética ([MURSHED 2021a; 2021b](#)). Além disso, essa integração pode apresentar impactos favoráveis do turismo receptivo sobre a transição energética, por meio da sustentabilidade do setor de turismo internacional, como no sul da Ásia, por exemplo ([MURSHED, 2020](#)), gerando, portanto, oportunidades de negócios entre as regiões vizinhas. No caso da região do mar Báltico, [Studzieniecki et al. \(2022\)](#) destacam que, devido ao apoio financeiro da União Europeia, a cooperação territorial tem contribuído para o desenvolvimento de uma rede de colaboração e com impactos positivos no processo de transição energética. Ainda em relação a essa região, [Fischer et al. \(2020\)](#) examinam um modelo de colaboração multissetorial no nível local a fim de identificar os desafios do planejamento energético em áreas urbanas. Os resultados obtidos sinalizam a existência de uma colaboração bem-sucedida a partir de vários atores nas sete cidades selecionadas, gerando benefícios mútuos.

Levando em consideração os possíveis efeitos políticos e socioeconômicos, o processo da transição energética pode apresentar resultados potenciais na geração de empregos e no desenvolvimento econômico regional, sobretudo, em regiões com disponibilidade de recurso ambiental, físico e tecnológico. Dentro desse arcabouço, as políticas locais direcionadas para as energias renováveis e a eficiência energética estão altamente correlacionadas com o surgimento de empregos verdes nas regiões promissoras. Entretanto, regiões produtoras de carvão – como província de Mpumalanga na África do Sul, por exemplo – no curto prazo apresentam uma redução no nível de emprego semiqualeficado e, conseqüentemente, do Produto Interno Bruto (PIB) ([BOHLMANN et al., 2019](#)). O processo de transição no nível agregado proporciona benefícios no longo prazo e o conhecimento especializado de profissões transversais apresentam grande potencial para ser transferidos para outras atividades ([GERBELOVÁ et al., 2021](#)). Porém, a ausência de um planejamento energético e urbano adequado pode acarretar um custo de ajuste para as regiões intensivas em carvão ([BOHLMANN et al., 2019](#); [CAŁA et al., 2021](#)).

Segundo [Guler et al. \(2017\)](#), um *hub* regional de energia é um ponto de interseção de oferta e demanda de energia geograficamente originada em uma região pré-definida, onde há um benefício líquido final na perspectiva geopolítica, econômica, ambiental e financeira. Assim, as estratégias de desenvolvimento econômico regional envolvem a geração de emprego, o desenvolvimento de infraestrutura e os estímulos econômicos como um todo, desse modo, “pode-se esperar que desempenhem um papel crítico na implementação de tecnologias de nicho na escala regional e promoção de transições de sustentabilidade” ([MCCAULEY; STEPHENS, 2012, p. 214](#)). Em concordância, para o caso brasileiro, [Bradshaw e Jannuzzi \(2019\)](#) destacam que o envolvimento de instituições e organizações no âmbito regional apresentam relevância

para o desenvolvimento das tecnologias renováveis no processo de transição, além disso, as oportunidades de desenvolvimento econômico e segurança energética fazem parte desse processo.

Em linhas gerais, a literatura tem explorado três dimensões das transições no setor energético regional: aspectos espaciais, que envolvem a geografia e a escala; aspectos temporais, envolvendo as fases da transição; e os aspectos sociotécnicos, relativos à coevolução dos atores, instituições e tecnologia ([CHLEBNA; MATTES, 2020](#)). Conceituado como um sistema sociotécnico, o sistema energético considera a coevolução da tecnologia e da sociedade ([HECHER et al., 2016](#); [GOERS et al., 2021](#)), apontando mudanças no envolvimento dos atores. Em outras palavras, os atores deixam de ser apenas receptores passivos e atuam como cocriadores ativos e decisivos nos novos cenários de transição ([CHLEBNA; MATTES, 2020](#)).

Diante da complexidade social envolvida no processo, o empenho da população local é essencial para a criação de uma identidade de transformação forte e extensa ([SUITNER et al., 2021](#)) e, neste sentido, a influência, a resistência dos atores e o papel dos empreendedores sociais são aspectos que não podem ser negligenciados nas análises ([IRSHAID et al., 2021](#)). Dado que ações de atores independentes e altamente competitivos podem provocar diversos conflitos ([BREDE; VRIES, 2013](#)). Ainda em relação ao contexto social e técnico, situada em uma região periférica, a região ökoEnergieland, no sudeste da Áustria, tem apresentado o envolvimento de diversos atores que exercem influência direta no sistema energético, como empreendedores visionários, representantes políticos, cientistas, engenheiros, empresários, pesquisadores e ativistas culturais, por exemplo ([HECHER et al., 2016](#)).

Usuários das tecnologias, os atores do setor privado também apresentam relevância no processo de transição nas regiões. Intimamente relacionada com os aspectos de justiça e equidade, a aceitação social caracteriza-se como elemento primordial ([KOMENDANTOVA; NEUMUELLER, 2020](#)), pois ultrapassa as questões tangíveis, enquadra o problema e prioriza os valores e fatores que moldam as soluções ([BOLWIG et al., 2020](#)). Os autores [Xiao et al. \(2019\)](#) enfatizam que a aceitação pública é uma pré-condição importante para a transição energética a longo prazo, pois envolvem diferentes questões de mercado, sociopolíticas e comunitárias. Em concordância, [Semelane et al. \(2021\)](#) destacam que o desenvolvimento de um plano de realocação das empresas do setor de carvão no processo de transição minimizará as percepções de perdas econômicas e permitirá que essas empresas participem de oportunidades na cadeia de valor de tecnologias verdes, a partir de suas capacidades existentes.

Naturalmente, os sistemas tecnológicos tendem a criar “vencedores” e “perdedores” e, para determinar um processo justo durante a transição, é necessário o envolvimento do público afetado ([MOORE, 2013](#)). Conforme sinalizado por [Janikowska e Kulczycka \(2021\)](#), na Silésia – região intensiva na indústria do carvão – o processo de transformação energético pode ser visto como uma “janela de oportunidades”, na medida em que envolve questões da reestruturação da força de trabalho, sobretudo, feminina. E, neste sentido, o processo de transição poderia propiciar uma transformação justa entre setores e instituições ([OVIEDO-TORAL et al., 2021](#)). Contudo, cenários que não incorporam essas questões existentes podem acarretar um aprofundamento das disparidades e pobreza na região. Desse modo, as decisões políticas podem incorporar injustiças existentes ou até mesmo criá-las ([OLNER et al., 2020](#)).

Além disso, a falta de conscientização e interesse da população pode atrasar o processo de transição. A fim de mitigar esses empecilhos, faz-se relevante o apoio da mídia, a divulgação de eventos e a cooperação com as instituições de pesquisa ([HECHER et al., 2016](#)). Cabe destacar que a implementação de infraestrutura impacta diretamente a percepção da paisagem existente, muitas vezes com interferências severas no meio ambiente ([GOLZ; WEDDERHOFF, 2018](#)). A resposta dos atores regionais aos fatores associados a essas interferências é, portanto, identificada como crucial para aceitação e implementação de determinadas tecnologias ([CHLEBNA; MATTES, 2020](#)).

O Quadro 2 apresenta uma visão geral dos principais *insights* da análise em três dimensões centrais: política; econômica e social. Cabe ressaltar que a partir da análise foi possível identificar estudos que apresentam mais de um determinante-chave no processo de transição, assim como a existência de estudos que não abordam explicitamente esses fatores determinantes.

**Quadro 2** – Resumo das dimensões centrais dos determinantes das transições energéticas

Determinantes	Características/ Ênfase	Autores
<i>Político</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estruturas e níveis de governanças, regulamentações, instrumentos e políticas.</li> <li>2. Apoio financeiro.</li> <li>3. Infraestrutura.</li> <li>4. Resiliência.</li> <li>5. Instituições.</li> <li>6. Conhecimento pré-existente e estrutura industrial.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Golz; Wedderhoff, (2018); McCauley; Stephens, (2012); Hoppe; Miedema (2020); Goers et al. (2021); Juwet; Deruytter (2021); Irshaid et al. (2021); Golušin et al. (2013); Bradshaw; Jannuzzi (2019).</li> <li>2. Hecher et al. (2016); Suitner; Ecker (2020); Studzieniecki et al. (2022).</li> <li>3. Ruppert-Winke et al. (2016); Kerimray et al. (2018); Golz; Wedderhoff (2018).</li> <li>4. Komendantova (2018); Binder et al. (2017); Wyss et al. (2018); Ko et al. (2019).</li> <li>5. Chlebna; Mattes (2020); Suitner; Ecker (2020).</li> <li>6. Irshaid et al. (2021).</li> </ol>
<i>Econômico</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Geração de empregos.</li> <li>2. Integração comercial regional.</li> <li>3. Desenvolvimento econômico</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bohlmann et al. (2019); Gerbelová et al. (2021); Cała et al. (2021); Guler et al. (2017).</li> <li>2. Murshed (2020); Murshed (2021a; 2021b).</li> <li>3. Bradshaw; Jannuzzi (2019);</li> </ol>
<i>Social</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Interação e coevolução dos atores.</li> <li>2. Influência dos atores e o papel dos empreendedores sociais.</li> <li>3. Aceitação social, justiça e equidade.</li> <li>4. Apoio da mídia, a divulgação de eventos e a cooperação com as instituições de pesquisa.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hecher et al. (2016); Goers et al. (2021); Chlebna; Mattes (2020); Suitner; Ecker, (2020); Fischer et al. (2020).</li> <li>2. Irshaid et al. (2021); Brede; Vries (2013).</li> <li>3. Komendantova; Neumueller (2020); Bolwig et al. (2020); Moore (2013); Olnier et al. (2020); Chlebna; Mattes (2020); Xiao et al. (2019); Janikowska e Kulczycka (2021); Semelane et al. (2021).</li> <li>4. Hecher et al., 2016.</li> </ol>

Fonte: Elaboração dos autores com base na literatura.

Por fim, embora as regiões apresentem características heterogêneas ([BOLWIG et al., 2020](#)), a investigação dos elementos regionais pode contribuir para a formulação de políticas de transições ([LUTZ et al., 2017a](#)). Dentro desse arcabouço, a próxima subseção propõe responder o seguinte questionamento: quais os desdobramentos das decisões energéticas no âmbito regional sobre a política nacional?

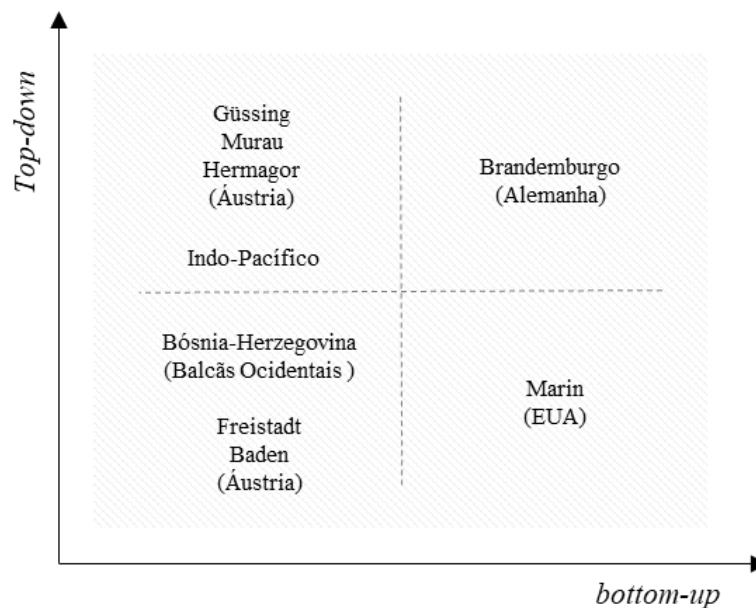
#### 4.2. Decisões no Âmbito Regional e a Política Energética Nacional

Reconhecendo a importância da descarbonização, as regiões produtoras de carvão são severamente afetadas pelo processo de transição, o que requer um planejamento cuidadoso e adequado por parte dos governos e dos formuladores de políticas públicas ([BOHLMANN et al., 2019](#)). As políticas são importantes e podem se beneficiar da articulação de outros subsistemas para obter maior impacto em suas ações ([MATTES et al., 2014](#)).

Segundo [Irshaid et al. \(2021\)](#), diante das limitações de poder da política regional, fazem-se necessários a integração e o aprendizado vertical entre as políticas, dado que muitas vezes são descoordenadas e contraditórias. Assim, no processo de transição a atuação do governo em diferentes níveis – local, regional e nacional – precisa não apenas ser coerente, como também definir em coordenação as combinações políticas ([GERBELOVÁ et al., 2021](#)). Em

concordância, [Xiao et al. \(2019\)](#) destacam que é altamente necessário a coordenação regional com um conjunto de políticas específicas que possibilitem a integração entre diferentes atores, fabricantes e reguladores.

Preliminarmente, entende-se que as generalizações devem ser evitadas em detrimento das heterogeneidades regionais, apresentando características de metas alcançáveis, sustentáveis e justas (MOORE, 2013). Contudo, ressalta-se que as experiências das “arenas” de transformações fornecem *insights* e orientações relevantes para a potencialização do processo de transição energética, seja com orientações *top-down* ou *bottom-up*. A Figura 2 ilustra algumas dessas experiências.



**Figura 2** – Orientação da política de transições energéticas no âmbito regional

Fonte: Elaboração dos autores.

Na Áustria, as chamadas “regiões de energia” estabelecem iniciativas regionais com visões orientadoras para o desenvolvimento e o futuro da região ([HECHER et al., 2016](#)). Por um lado, a transição energética regional pode ser considerada como um processo altamente orientado *top-down*, como tem ocorrido nas três regiões austríacas de Güssing, Hermagor e Murau ([SUITNER; ECKER, 2020](#)). Em concordância, [Bakshi \(2021\)](#) ressalta que na região do Indo-Pacífico, a ação do Japão tem sido um condutor no processo de transição, incentivando a cooperação regional e internacional alinhadas com as metas regionais e domésticas.

Por outro lado, no caso de Marin no Estados Unidos, a fase pioneira foi iniciada por atores locais altamente motivados por questões de natureza climática, caracterizada como um processo de *bottom-up*, assim como na Alemanha ([RUPPERT-WINKEL et al., 2016](#)). Em Berlim, a *Energiewende* em Brandemburgo é um *mix* de políticas de *top-down* e iniciativas de *bottom-up*, refletindo as condições políticas, estruturais e socioeconômicas da localidade ([MOSS et al., 2014](#)). E, nesta perspectiva, [Wyss et al. \(2018, p. 3\)](#) destacam que a escala regional se torna adequada para iniciativas de *bottom-up*, assim como as intervenções políticas, devido a três principais aspectos: i) “à proximidade espacial e social dos atores, ii) aos recursos acessíveis regionalmente e iii) aos efeitos econômicos regionais positivos do desenvolvimento de energia renovável”.

A falta de orientação e apoio a nível federal foi destacada como um empecilho para as regiões Freistadt (rural) e Baden (suburbano) na Áustria, pois “não ter uma conexão direta com os tomadores de decisão em nível nacional cria conflitos adicionais”. Assim, as agências locais

são fundamentais para superar esses desafios ([IRSHAD et al., 2021, p. 6](#)). No caso dos países Balcãs Ocidentais – a Bósnia-Herzegovina, por exemplo –, não há política estatal clara e adequada, apresentam baixa eficiência energética, tecnologia ultrapassada e elevada poluição devido ao uso intensivo de carvão, dificultando ainda mais o processo de descarbonização ([GOLUŠIN et al., 2013](#)).

Tanto a literatura da geografia quanto a literatura de justiça energética têm apontado para as desigualdades em torno da transição. Conforme apontado por [Brede e Vries \(2013\)](#), para os países pobres o processo de transição energética têm um valor intrínseco maior do que para os países ricos, dado que os países pobres se beneficiam do acúmulo de conhecimento sobre as tecnologias desenvolvidas pelos países ricos – sobretudo, pelo fato dos países ricos aprenderem na prática. Considerado como um processo político, a adoção de um posicionamento neutro do regulador acaba negligenciando a sensibilidade sociopolítica em torno do custo de expansão urbana e desigualdade socioespacial, como, por exemplo, a política energética Flamengo na Província Flandres Ocidental ([JUWET; DERUYTTER, 2021](#)).

Portanto, delineada no âmbito regional, uma política de transição bem-sucedida deve “facilitar o setor industrial a alcançar economia de escala e visar a construção de uma base sólida para a especialização regional, cooperação inter-regional e intersetorial” ([GERBELOVÁ et al., 2021, p. 19](#)). Além disso, os instrumentos políticos devem levar em consideração aspectos em que os requisitos regionais e nacionais sejam absorvidos ([GOERS et al., 2021](#)), apresentando uma governança mais inclusiva e uma visão ambiciosa do processo de descarbonização ([JUWET; DERUYTTER, 2021](#)), ressaltando-se aqui a importância de uma atuação governamental multinível mais incisiva e articulada.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura de transição energética, baseadas predominantemente na escala nacional, não explicam “se” e “como” as regiões são importantes nesse processo, embora sejam as regiões “arenas” de transformações. Dentro desse arcabouço, esse trabalho teve como objetivo central reunir estudos teóricos e empíricos que discutam os determinantes regionais no direcionamento dos diferentes contextos de transição energética. Em específico, o artigo identifica as estratégias adotadas no âmbito regional e os seus desdobramentos sobre a política energética nacional.

Para tal, foi realizada uma revisão sistemática da literatura reunindo 47 trabalhos que discutem a transição energética na perspectiva regional. Embora seja um campo de pesquisa recente, a análise descritiva dos dados apresentou um avanço exponencial da temática nas duas últimas décadas, com um crescente número de publicações a partir de 2006.

No que se refere aos fatores determinantes no direcionamento da transição energética, uma parte significativa das evidências empíricas revelam um importante papel da governança, das regulamentações e das instituições para uma transição bem-sucedida. No caso dos países Balcãs Ocidentais, a fragilidade desses aspectos tem impedido a transformação no setor energético. Não obstante, a indisponibilidade de recursos financeiros no âmbito regional pode intensificar cenários de disparidade e atrasar o processo de transição. Há evidências também em relação aos aspectos de infraestrutura de energia, na medida em que a falta de acesso à infraestrutura energética exige atuações mais eficazes dos formuladores de política.

No âmbito dos aspectos econômicos foi possível identificar motivações no processo de transição promovidas pela geração de emprego, integração comercial entre as regiões e o desenvolvimento econômico associada aos benefícios das transformações. Além dos aspectos já mencionados, foi possível identificar que a dinâmica social, ou seja, a interação entre atores e instituições, faz-se primordial no processo de transição, sobretudo, em cenários periféricos que apresentam padrões de desigualdades regionais, bem como, baixa acessibilidade de recursos e conectividade. Ainda em relação a atuação do indivíduo, o processo de

descarbonização tem apresentado importantes discussões em torno da justiça energética e da aceitação social. Em diversos contextos esses fatores acabam sendo conflituosos e, conseqüentemente, provocam interferências equivocadas no aspecto social que afastam da direção pretendida, gerando atrasos no processo de transição.

Na perspectiva de decisões política, a literatura apresentou evidências da importância de políticas regionais conexas e alinhadas a metas globais de descarbonização. Em linhas gerais, embora seja de diferentes contextos e perspectivas, a coordenação política e a articulação entre os agentes com visões orientadoras foram identificadas como fatores comuns entre as discussões, ocorrendo de cima para baixo (*top-down*) ou de baixo para cima (*bottom-up*). De fato, o pioneirismo da atuação de alguns atores e as condições pré-existentes têm colocado as regiões como protagonistas no processo de descarbonização.

Assim, fornecendo *insights* e orientações para os formuladores de políticas, a fim de potencializar o processo de transição energética, conclui-se que diferentes determinantes inseridos no âmbito político, econômico e social, têm sido apontados na literatura como essenciais para a dinâmica de transição. No entanto, diante das heterogeneidades regionais e das particularidades em seu processo de transição, faz-se primordial o avanço na literatura a partir de estudos teóricos e empíricos com um olhar menos generalista, a fim de evitar argumentos míopes das transições energéticas no espaço. Por fim, com base nessa revisão, sugere-se uma agenda de pesquisa na investigação dos aspectos espaciais, temporais e sociotécnicos em diferentes contextos e ambientes, sobretudo, na perspectiva política de transição energética.

## REFERÊNCIAS

- ARIA, Massimo; CUCCURULLO, Corrado. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v.11, p. 959–975, 2017.
- BAKSHI, Parul. Japan’s contribution to peace, prosperity & sustainability: energy transitions in the Indo-Pacific region. **The Pacific Review**, 2021.
- BINZ, Christian; et al. Geographies of transition—From topical concerns to theoretical engagement: A commentary on the transitions research agenda. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 34, 2020.
- BINDER, Claudia; et al. An Indicator-Based Approach for Analyzing the Resilience of Transitions for Energy Regions. Part I: Theoretical and Conceptual Considerations. **Energies**, v. 10, n. 36, 2017.
- BOHLMANN, H.R.; et al. Regional employment and economic growth effects of South Africa’s transition to low-carbon energy supply mix. **Energy Policy**, n. 128, p. 830–837, 2019.
- BOUZAROVSKI, Stefan; HERRERO, Sergio. The energy divide: Integrating energy transitions, regional inequalities and poverty trends in the European Union. **European Urban and Regional Studies**, v. 24, n.1, p. 69–86, 2017.
- BOLWIG, Simon; et al. Climate-friendly but socially rejected energy-transition pathways: The integration of techno-economic and socio-technical approaches in the Nordic-Baltic region. **Energy Research & Social Science**, v. 67, 101559, 2020.

- BRADSHAW, Amanda; JANNUZZI, Gilberto. Governing energy transitions and regional economic development: Evidence from three Brazilian states. **Energy Policy**, v. 126, p. 1–11, 2019.
- BREDE, Markus; VRIES, Bert. The energy transition in a climate-constrained world: Regional vs. global optimization. **Environmental Modelling & Software**, v. 44, p. 44-61, 2013.
- CAŁA, Marek; et al. Challenges of coal mining regions and municipalities in the face of energy transition. **Energies**, v. 14, n. 6674, 2021.
- CHLEBNA, Camilla; MATTES, Jannika. The fragility of regional energy transitions. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 37, p. 66–78, 2020.
- COENEN, Lars; BENNEWORTH, P., TRUFFER, Bernhard. Toward a spatial perspective on sustainability transitions. **Research Policy**, v. 41, n. 6, 2012.
- COOKE, Philip. Transition regions: Regional–national eco-innovation systems and strategies. **Progress in Planning**, v. 76, p. 105–146, 2011.
- FELDMAN, Maryann; KOGLER, Dieter. Stylized facts in the geography of innovation. **Handbooks in Economics**, v. 01, p. 382–410, 2010.
- FERREIRA, Lindomayara; et al. O setor energético no Brasil: um debate sobre a potencialidade das fontes renováveis no contexto ambiental e tecnológico. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 2, n. 49, p. 226–255, 2021.
- FISCHER, Jonas; et al. Stakeholder Collaboration in Energy Transition: Experiences from Urban Testbeds in the Baltic Sea Region. **Sustainability**, v. 12, n. 9645, 2020.
- GERBELOVÁ, Hana; et al. Regional Energy Transition: An Analytical Approach Applied to the Slovakian Coal Region. **Energies**, v. 14, n. 110, 2021.
- GIBBS, David; O'NEILL, Kirstie. Future green economies and regional development: a research agenda. **Regional Studies**, 2016.
- GOLUŠIN, Mirjana; et al. Transition from traditional to sustainable energy development in the region of Western Balkans – Current level and requirements. **Applied Energy**, v. 101, p. 182–191, 2013.
- GOLZ, Sebastian; WEDDERHOFF, Oliver. Explaining regional acceptance of the German energy transition by including trust in stakeholders and perception of fairness as socioinstitutional factors. **Energy Research & Social Science**, v. 43, p. 96–108, 2018.
- GOERS, Sebastian; et al. The Role of Renewable Energy in Regional Energy Transitions: An Aggregate Qualitative Analysis for the Partner Regions Bavaria, Georgia, Québec, São Paulo, Shandong, Upper Austria, and Western Cape. **Sustainability**, v. 13, n. 76, 2021.
- GONÇALVES, A. Perspectivas de futuro para a política energética chinesa e suas implicações nas relações sino-brasileiras. **Petrel** (54), v.03, n. 05, 2021.



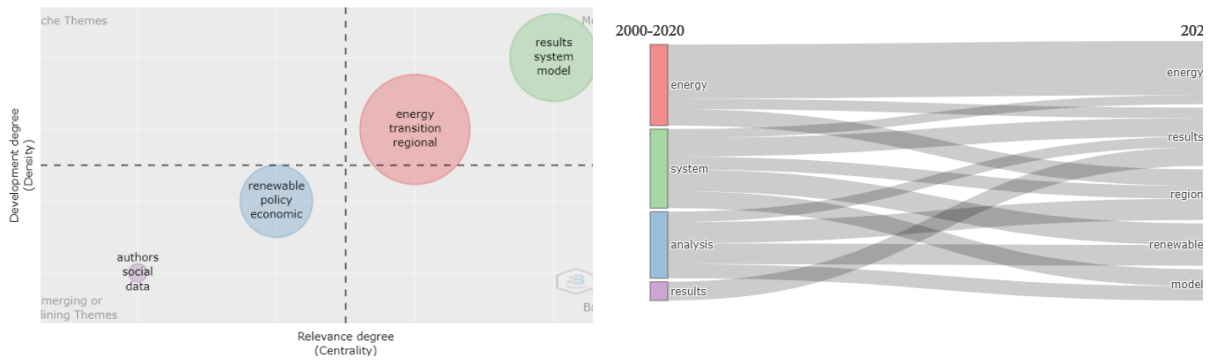
- GULER, Burak; et al. A 'Regional Energy Hub' for achieving a low-carbon energy transition. **Energy Policy**, v. 113, p. 376–385, 2018.
- HANSEN, Teis; COENEN, Lars. The geography of sustainability transitions: Review, synthesis and reflections on an emergent research field. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, v. 17, p. 92-109, 2015.
- HECHER, Maria; et al. An integrative analysis of energy transitions in energy regions: A case study of ökoEnergieland in Austria. **Ecological Economics**, v. 121, p. 40–53, 2016.
- HORBACH, Jeans; RAMMER, Christian. Energy transition in Germany and regional spillovers: The diffusion of renewable energy in firms. **Energy Policy**, v. 121, p. 404–414, 2018.
- HORBACH, Jeans. Do eco-innovations need specific regional characteristics? An econometric analysis for Germany. **Rev Reg Res**, v. 34, p. 23–38, 2014.
- HOPPE, Thomas; MIEDEMA, Michiel. A Governance Approach to Regional Energy Transition: Meaning, Conceptualization and Practice. **Sustainability**, v. 12, n. 915, 2020.
- IRSHAID, Jenan; et al. Challenges to local innovation and implementation of low-carbon energy-transition measures: A tale of two Austrian regions. **Energy Policy**, v. 156, n. 112432, 2021.
- JANIKOWSKA, Olga; KULCZYCKA, Joanna. Just Transition as a Tool for Preventing Energy Poverty among Women in Mining Areas—A Case Study of the Silesia Region, Poland. **Energies**, v. 14, n. 3372, 2021.
- JUWET, Griet; DERUYTTER, Laura. Territorial and institutional obduracy in regional transition: politicising the case of Flanders' energy distribution system. **Journal of Regions, Economy and Society**, v. 14, p. 301–320, 2021.
- KERIMRAY, Aiymgul; et al. Investigating the energy transition to a coal free residential sector in Kazakhstan using a regionally disaggregated energy systems model. **Journal of Cleaner Production**, 196, p. 1532-1548, 2018.
- KEMPENAAR, A. et al. Regional design ateliers on 'energy and space': systemic transition arenas in energy transition processes. **European Planning Studies**, 2020.
- KO, Yekang; et al. Energy Transitions Towards Low Carbon Resilience: Evaluation of Disaster-Triggered Local and Regional Cases. **Sustainability**, v. 11, n. 6801, 2019.
- KOELLER, Priscila. Ecoinovação: revisitando o conceito. **Texto para discussão**. Rio de Janeiro: Ipea, 2020.
- KOMENDANTOVA, Nadejda; NEUMUELLER, Sonata. Discourses about energy transition in Austrian climate and energy model regions: Turning awareness into action. **Energy & Environment**, p. 1–25, 2020.

- KOMENDANTOVA, Nadejda. Energy transition in the Austrian Climate and Energy model regions: a multi-risk participatory governance perspective on regional resilience. **Procedia Engineering**, v. 212, p. 15–21, 2018.
- KITCHENHAM, B. Procedures for Performing Systematic Reviews. **Keele University**, 2004.
- LI, Francis; et al. Regional winners and losers in future UK energy system Transitions. **Energy Strategy Reviews**, 13-14, 11-31, 2016.
- LOORBACH, Derk. Sustainability Transitions Research: Transforming Science and Practice for Societal Change. **Annual Review of Environment and Resources**, p. 599–626, 2017.
- LOSACKER, Sebastian. The geography of environmental innovation: A critical review and agenda for future research. **Innovation Studies**, n. 15, 2021.
- LUTZ, Lotte; et al. Facilitating Regional Energy Transition Strategies: Toward a Typology of Regions. **Sustainability**, v. 9, 1560, 2017a.
- LUTZ, Lotte; et al. Driving factors for the regional implementation of renewable energy - A multiple case study on the German energy transition. **Energy Policy**, 2017b.
- MAZZUCATO, Mariana. Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities. **Industrial and Corporate Change**, v. 27, n. 5, p. 803–815, 2018.
- MATTES, Jannika; et al. Energy transitions in small-scale regions – What we can learn from a regional innovation systems perspective. **Energy Policy**, v. 78, p. 255–264, 2015.
- MATHIAS, J; et al. Green new deal como estratégia de desenvolvimento pós-pandemia: lições da experiência internacional. **Revista Tempo do Mundo**, n. 26, 2021.
- MCCAULEY, Stephen; STEPHENS, Jennie. Green energy clusters and socio-technical transitions: analysis of a sustainable energy cluster for regional economic development in Central Massachusetts, USA. **Sustain Sci**, v. 7, p. 213–225, 2012.
- MOORE, Sharlissa. Envisioning the Social and Political Dynamics of Energy Transitions: Sustainable Energy for the Mediterranean Region. **Science as Culture**, v. 22, n. 2, p. 181-188, 2013.
- MOSS, Timothy; et al. Whose energy transition is it, anyway? Organisation and ownership of the Energiewende in villages, cities, and regions. **Local Environment**, 2014.
- MÜHLEMEIER, Susan; et al. “It’s an Endurance Race” An Indicator-Based Resilience Analysis of the Energy Transition in the Allgäu Region, Bavaria. **GAIA**, 26/S1, p. 199–206, 2017.
- MURSHED, Muntasir. Can regional trade integration facilitate renewable energy transition to ensure energy sustainability in South Asia? **Energy Reports**, v. 7, p. 808–821, 2021a.

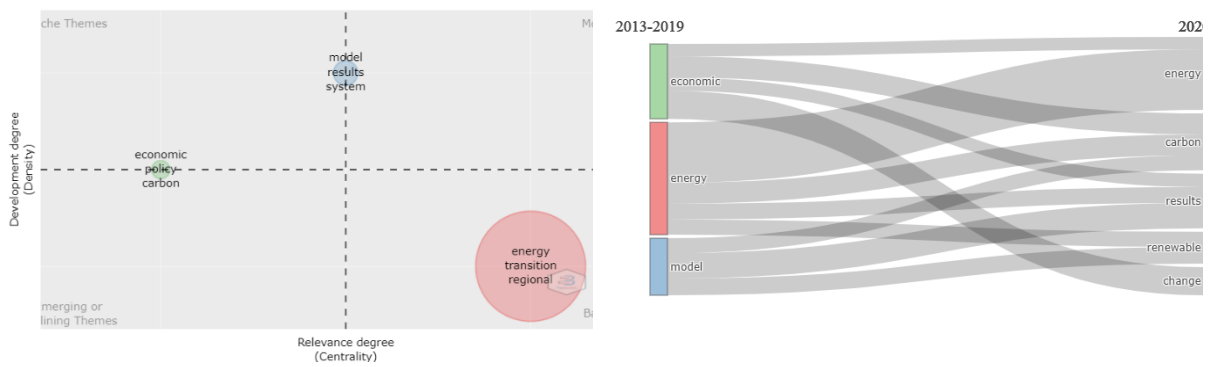
- MURSHED, Muntasir; et al. The effects of regional trade integration and renewable energy transition on environmental quality: Evidence from South Asian neighbors. **Bus Strat Env**, p.1–17, 2021b.
- MURSHED, Muntasir; et al. Calibrating the Impacts of Regional Trade Integration and Renewable Energy Transition on the Sustainability of International Inbound Tourism Demand in South Asia. **Sustainability**, v. 12, n. 8341, 2020.
- MÜHLEMEIER, Susan; et al. “It’s an Endurance Race” An Indicator-Based Resilience Analysis of the Energy Transition in the Allgäu Region, Bavaria. **Gaia**, 26/S1, p. 199 – 206, 2017.
- OLNER, Dan; et al. The spatial economics of energy justice: modelling the trade impacts of increased transport costs in a low carbon transition and the implications for UK regional inequality. **Energy Policy**, v. 140, n. 111378, 2020.
- OU, Xunmin; et al. The Low-Carbon Transition toward Sustainability of Regional Coal-Dominated Energy Consumption Structure: A Case of Hebei Province in China. **Sustainability** 2017, 9, 1184.
- OVIEDO-TORAL, Laura; et al. Challenges for Energy Transition in Poverty-Ridden Regions—The Case of Rural Mixteca, Mexico. **Energies**, 14, 2596., 2021
- PEREZ, Carlota. Technological revolutions and techno-economic paradigms. **Technology Governance and economic dynamics**, n. 20, p. 1–26, 2009.
- QUEIROZ-STEIN. Transição Energética e Energias Renováveis: em Busca de Determinantes Políticos e Institucionais. **19º Congresso Brasileiro de Sociologia**, UFSC, 2019.
- RUPPERT-WINKE, Chantal; et al. Understanding the regional process of energy transition in Marin County, California: Applying a Three-Phase-Model based on case studies from Germany. **Energy Research & Social Science**, 14, 33–45, 2016.
- SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico**. 1997.
- SEDLACEK, Sabine; TOTZER, Tanja; LUND-DURLACHER, Dagmar. Collaborative governance in energy regions e Experiences from an Austrian region. **Journal of Cleaner Production**, v. 256, 2020.
- SEMELANE, Stanley; et al. Evaluating available solar photovoltaic business opportunities in coal phase-out regions – An energy transition case of Steve Tshwete local municipality in South Africa. **Energy Policy**, v. 155, n. 112333, 2021.
- STUDZIENIECKI, Thomasz. Territorial Cooperation—A Factor Stimulating Baltic Sea Region Energy Transition. **Energies**, v. 15, n. 436, 2022.
- SUITNER, Johannes; ECKER, Martha. “Making energy transition work”: Bricolage in Austrian regions’ path-creation. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, 36, 209–220, 2020.

- THORPE, Richard; et al. Using knowledge within small and medium-sized firms Using knowledge within small and medium-sized firms: A systematic review of the evidence. **International Journal of Management Reviews**, v. 7, n. 4, pp. 257–281, 2005.
- TRANFIELD, David; DENYER, David; SMART, Palminder. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British Journal of Management**, v. 14, 207–222, 2003.
- TRUFFER, Bernhard; MURPHY, James; RAVEN, Rob. The geography of sustainability transitions contours of an emerging theme. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 17, p. 63-72, 2015.
- XIAO, Mengzhu; et al. Energy System Transitions in the Eastern Coastal Metropolitan Regions of China—The Role of Regional Policy Plans. **Energies**, v. 12, n. 389, 2019.
- WYSS, Romano; et al. An Indicator-Based Approach for Analysing the Resilience of Transitions for Energy Regions. Part II: Empirical Application to the Case of Weiz-Gleisdorf, Austria. **Energies**, v. 11, n. 2263, 2018.

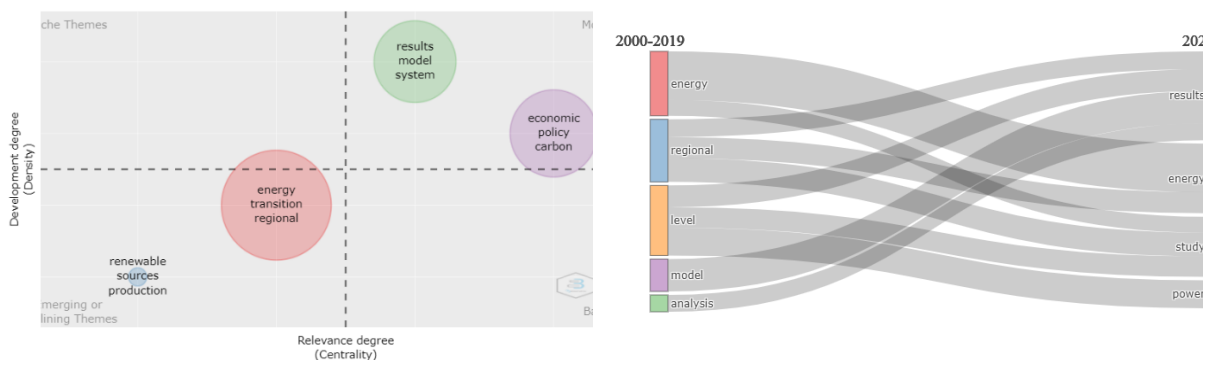
## Apêndice I



### a. Scopus



### b. ScienceDirect



### c. Web of Science

**Figura** – Mapeamento e evolução temática

Fonte: Elaboração dos autores.