

REVISTA ELECTRÓNICA TRIMESTRAL
VOL. 10. NÚM. 2 (2026)

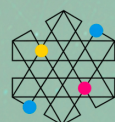
ISSN: 2594-0937

DEBATES SOBRE INNOVACIÓN

MEMORIAS ACADEMIA - DOCTORADO Y
SEMINARIO LALICS (RIO DE JANEIRO, 2025)
(VOLUMEN 2)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



DMEGI

DEBATES SOBRE INNOVACIÓN. Volumen 10, Número 2, abril-junio 2026, es una publicación trimestral de la Universidad Autónoma Metropolitana a través de la Unidad Xochimilco, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Departamento de Producción Económica. Prolongación Canal de Miramontes 3855, Col. Ex-Hacienda San Juan de Dios, Alcaldía Tlalpan, C.P.14387, Ciudad de México y Calzada del Hueso 1100, Col.Villa Quietud, Alcaldía Coyoacán, C.P.04960, Ciudad de México. Teléfono 55 54837200, ext.7279. Página electrónica de la revista <https://revistadebates.xoc.uam.mx/index.php/debinnovacion/issue/view/17> y dirección electrónica: noticiaslatics@gmail.com Editor responsable: Dra. Gabriela Dutrénit Bielous. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo de Título No. **04-2022-101113015800-102. ISSN 2594-0937**, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Dra. Maribel García Barrientos y Dr. Guillermo Andrés Alpízar, Departamento de Producción Económica, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, Col.Villa Quietud, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México. Fecha de última modificación: 17 de agosto de 2026. Tamaño del archivo: 3.5 MB Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma Metropolitana.

Índice

<i>Innovación para el desarrollo en América Latina: sostenibilidad ambiental, económica y social en democracia.</i>	<i>2</i>
<i>Nuevos Enfoques de Política de CTI en América Latina y el Caribe.....</i>	<i>3</i>
<i>Heterogeneidad estructural y política de CTI en América Latina</i>	<i>6</i>
<i>Impacto do comércio eletrônico no nível de emprego do mercado de varejo no brasil</i>	<i>19</i>
<i>Tecnologias de Informação e Comunicação em saúde: uma análise a partir da maturidade digital.....</i>	<i>29</i>
<i>Regimes Sociotécnicos, Transição Energética Justa e Cenários de Transição em Santa Catarina.....</i>	<i>39</i>
<i>Assimetrias Digitais na América Latina e Desafios para a Transformação Digital</i>	<i>53</i>
<i>Sobre innovación brasileña: monedas digitales en el mundo y el desarrollo de DREX.....</i>	<i>63</i>
<i>Inovação e desenvolvimento: uma nova agenda para América Latina no cenário Global .</i>	<i>71</i>

Regimes Sociotécnicos, Transição Energética Justa e Cenários de Transição em Santa Catarina

César Henrique Mattos Pires
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP),
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).
E-mail: cesarhmattos@gmail.com

Mauricio Uriona Maldonado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP)
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).
E-mail: m.uriona@ufsc.br

Caroline Rodrigues Vaz
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP)
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).
E-mail: caroline.vaz@ufsc.br

1. Introdução

No Estado de Santa Catarina (SC) o setor de energia é responsável por 41,2% das emissões Estaduais (SEEG, 2025), tendo um dos principais complexos carboníferos do país, o Complexo Termelétrico Jorge Lacerda (CTJL), em Capivari de Baixo. Se por um lado, a exploração de carvão trouxe desenvolvimento econômico e empregos para a região, por outro, trouxe diversos impactos socioambientais negativos. O ciclo do carvão, que inicia na lavra e finaliza na queima para geração elétrica, causa impactos tanto em níveis locais quanto regionais e globais, além de ser uma fonte energética não renovável, altamente poluente e geradora de emissões de gases de efeito estufa (GEE), contribuindo para as mudanças climáticas (Soares *et al.*, 2008).

Em resposta às pressões nacionais e estaduais pela descarbonização, e em linha com compromissos internacionais como o Acordo de Paris, SC enfrenta o imperativo de reduzir a participação termelétrica em sua matriz energética (Santa Catarina, 2022). Contudo, essa transição deve considerar a manutenção da estabilidade socioeconômica regional, incluindo a geração de empregos e outros indicadores relevantes. Diante desse cenário, surge a questão de pesquisa: Como é possível descarbonizar a matriz energética catarinense e, simultaneamente, preservar seus indicadores socioeconômicos?

O conceito de ‘regime tecnológico’ de Nelson e Winter (1982) aponta para a importância das trajetórias e padrões tecnológicos para o desenvolvimento de inovações. A ampliação desse conceito para o de ‘regime sociotécnico’, indica também para a importância dos padrões socioculturais e das estruturas de poder, que levam para o desenvolvimento de um processo de transição sociotécnica (TS) (Geels, 2002). As TS referem-se a transformações profundas na forma como funções sociais, como transporte, comunicação, habitação e alimentação, são realizadas (Markard *et al.*, 2012). Nesse sentido, elas vão além das inovações tecnológicas, envolvendo mudanças nas práticas dos usuários, regulamentações, redes industriais, infraestrutura e valores simbólicos associados (Hofman *et al.*, 2004), porém, complementa à

abordagem dos sistemas de inovação ao reconhecer que mudanças tecnológicas resultam em interações entre atores e instituições (Köhler *et al.*, 2019). A transição energética (TE) é considerada uma TS, pois envolve mudanças fundamentais nos processos de geração, transmissão, distribuição e consumo da energia.

A descarbonização catarinense deverá passar por uma TE justa, que vai além da mudança para um regime de baixo carbono, exigindo equidade na distribuição de custos, riscos e benefícios entre os atores afetados (García-García *et al.*, 2020). Nesse cenário, surgem novas fontes de energia limpa, com destaque para o Hidrogênio Verde (H2V). O H2V pode ser produzido a partir de diversas fontes renováveis e utilizado em vários setores, incluindo indústria, transporte e aplicações residenciais (Hassan *et al.*, 2023).

Portanto, este estudo tem como objetivo analisar o processo de TE justa em SC de um regime sociotécnico (RS) baseado no carvão mineral para um novo RS baseado em H2V. Para isto, o artigo utiliza como abordagem analítica as tipologias dos chamados cenários de transição (CT) ou *transition pathways* (Geels & Schot, 2007), que exploram trajetórias possíveis de transição de um RS para outro. E como ferramenta analítica, o artigo utiliza a metodologia de simulação de cenários, conhecida como dinâmica de sistemas (DS), que serve para construir cenários de futuro simulados (Sterman, 2000), permitindo analisar efeitos de políticas e mudanças regulatórias, detectar possíveis efeitos negativos e auxiliar na tomada de decisão, como intervenções para garantir capacidade instalada e estabilidade de preços (Martínez-Jaramillo *et al.*, 2022).

2. Referencial Teórico

a. Regimes Sociotécnicos e Transições Sociotécnicas

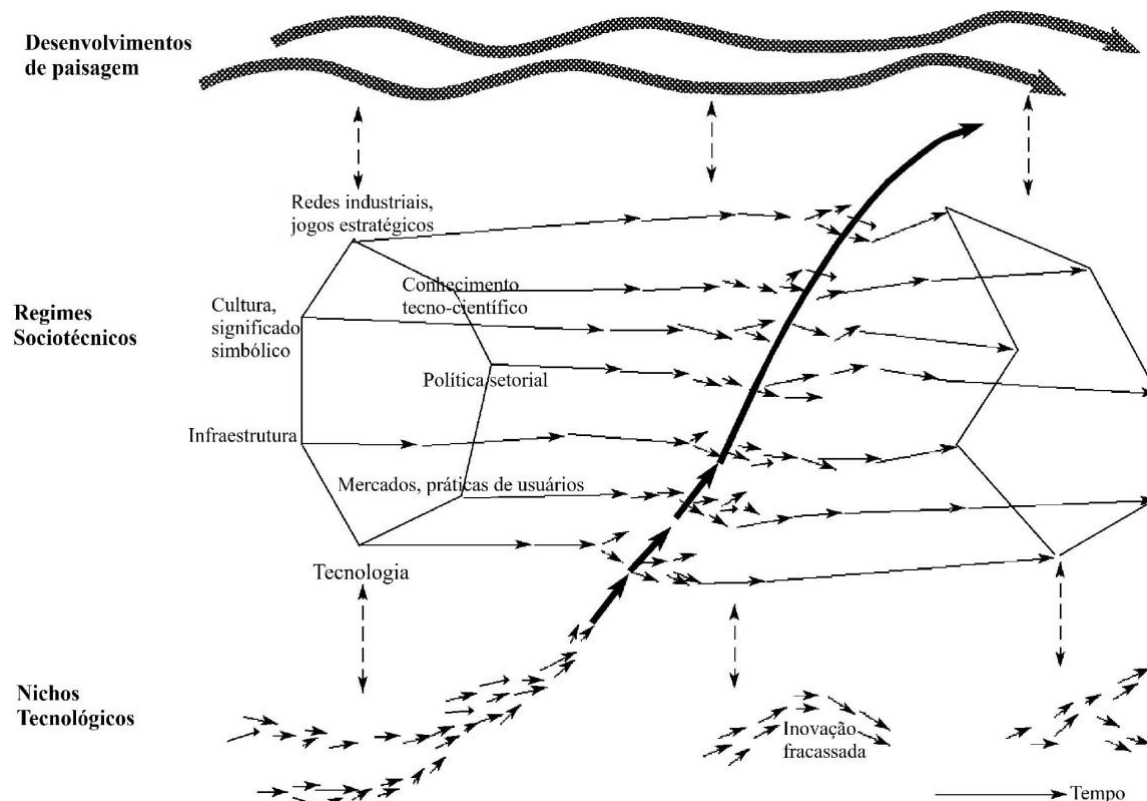
O conceito de regimes sociotécnicos é considerado uma ampliação do regime tecnológico de Nelson e Winter (1982), pois envolve padrões socioculturais, rotinas cognitivas compartilhadas e estruturas de poder, que levam para o desenvolvimento de um processo TS (Geels, 2002; Geels & Schot, 2007), sofrendo também influência do paradigma tecnoeconômicos, em que novas tecnologias impactam a economia, as formas de produção e as estruturas socioinstitucionais (Freeman & Perez, 1988).

O RS é fundamental para o processo de TS, pois nele encontra-se o conjunto interligado e relativamente estável de empresas, *framework* institucional, tecnologias e outros elementos que configuram o funcionamento em *status quo* desse sistema (Geels, 2002). A Multi-Level Perspective (MLP) teoriza que a TS bem-sucedida deve alterar o padrão de funcionamento do regime, passando de uma configuração sociotécnica para outra (Markard *et al.*, 2012).

Dentro da MLP, o RS é o nível meso e é influenciado pelos outros dois níveis que o compõem, o nicho e a paisagem ou *landscape*. O nicho é o nível micro, onde surgem inovações radicais em espaços protegidos, permitindo aprendizado e criação de redes de apoio. Já a paisagem é o nível macro, representando tendências estruturais amplas – como crescimento econômico e normas culturais – que mudam lentamente e influenciam o contexto do regime dominante. A Figura 1 apresenta a interação entre os três níveis dentro de um processo de TS (Geels, 2002; Rip & Kemp, 1998).

No entanto, tecnologias radicalmente novas enfrentam desafios para se consolidar, pois regulamentações, infraestruturas, práticas usuais e redes de manutenção estão alinhadas às tecnologias já estabelecidas (Geels, 2002; Hofman *et al.*, 2004).

Figura 1 – Interação entre os níveis de RS, nicho e paisagem de uma TS.



Fonte: Adaptado de Geels (2002, p. 1263).

Pela sua abordagem abrangente, as TS destacam a interação entre inovações tecnológicas e dinâmicas sociais, sendo moldadas pelas interações entre diversos atores e arranjos materiais, e não apenas pelos avanços tecnológicos (Lykouras & Mora, 2024). São processos complexos, coevolutivos e multiator – envolvendo empresas, usuários, movimentos sociais, formuladores de políticas e associações industriais, entre outros –, de longo prazo, não lineares e marcados por resistência de indústrias incumbentes. Visam objetivos ambientais específicos, exigindo mudanças profundas e ajustes institucionais, como políticas, regulamentações e incentivos. Por fim, as TS são marcadas por incerteza e múltiplos caminhos possíveis (Geels & Turnheim, 2022), e é por esse motivo que surgem os CT ou transition pathways.

b. Cenários de Transição Sociotécnica

Os CT são conceituados como o desdobramento de padrões de mudança em sistemas sociotécnicos à medida que esses evoluem para atender às necessidades humanas de forma alinhada a metas de baixo carbono (Rosenbloom, 2017).

A tipologia de CT foi proposta por Smith *et al.* (2005) e posteriormente desenvolvida por Geels e Schot (2007) em quatro trajetórias distintas:

- Transformação: pressão da paisagem incide sobre o regime enquanto as inovações de nicho ainda são imaturas, levando os atores do regime a reorientar gradualmente seus caminhos de desenvolvimento, mantendo a arquitetura básica existente;
- Substituição tecnológica: a pressão da paisagem ocorre quando as inovações de nicho já estão maduras, permitindo que ganhem impulso interno e desestabilizem o regime vigente, dando origem a um novo regime;
- Reconfiguração: atores do regime incorporam inovações de nicho para resolver problemas internos e obter ganhos econômicos, gerando reconfigurações acumulativas no regime ao longo do tempo;
- Desalinhamento e Realinhamento: uma mudança abrupta na paisagem rompe o regime existente sem que haja inovação de nicho madura, fazendo com que alternativas emergentes disputem espaço até que uma se consolide como novo regime.

3. Metodologia

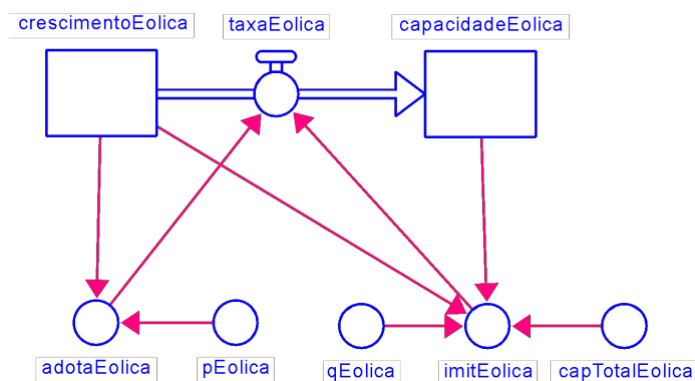
O estudo é dividido em duas etapas: caracterização do RS vigente e simulação de cenários da tipologia 'Transformação' – segundo Thomsen (2023), o CT mais adequado ao contexto brasileiro – representando a transição do carvão ao H2V até 2050.

Na segunda etapa, a simulação de cenários foi realizada a partir de um modelo de dinâmica de sistemas, foi desenvolvido utilizando o *software* Stella Architect®. Para isso, foram levantados dados históricos de capacidade instalada de diversas fontes de geração elétrica ligadas ao Sistema Interligado Nacional (SIN) para o período 2000 a 2023 fornecidos principalmente pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) (CCEE, 2024).

As fontes de energia modeladas foram: hidráulica, térmica, eólica e solar fotovoltaica. As fontes hidráulica e térmica foram subdivididas conforme ANEEL (2020): hidráulica em UHE (>30 MW), PCH (5–30 MW) e CGH (até 5 MW); térmica em carvão mineral, biomassa e outras.

Os dados da CCEE consideram o último mês disponível de cada ano, complementados por dados de início de operação das usinas fornecidos pela ANEEL (2024). Os valores históricos servem para calibração e comparação dos resultados do obtidos pelo modelo. Para a modelagem dos períodos futuros (2025–2050), foi utilizado o modelo de difusão de Bass (Bass, 2004), que estima a adoção de uma tecnologia ao longo do tempo por meio da inovação inicial (parâmetro p) e da imitação tardia (parâmetro q). A Figura 2 apresenta o modelo de difusão que foi aplicado a cada fonte.

Figura 2 – Representação do modelo de difusão adotado no modelo

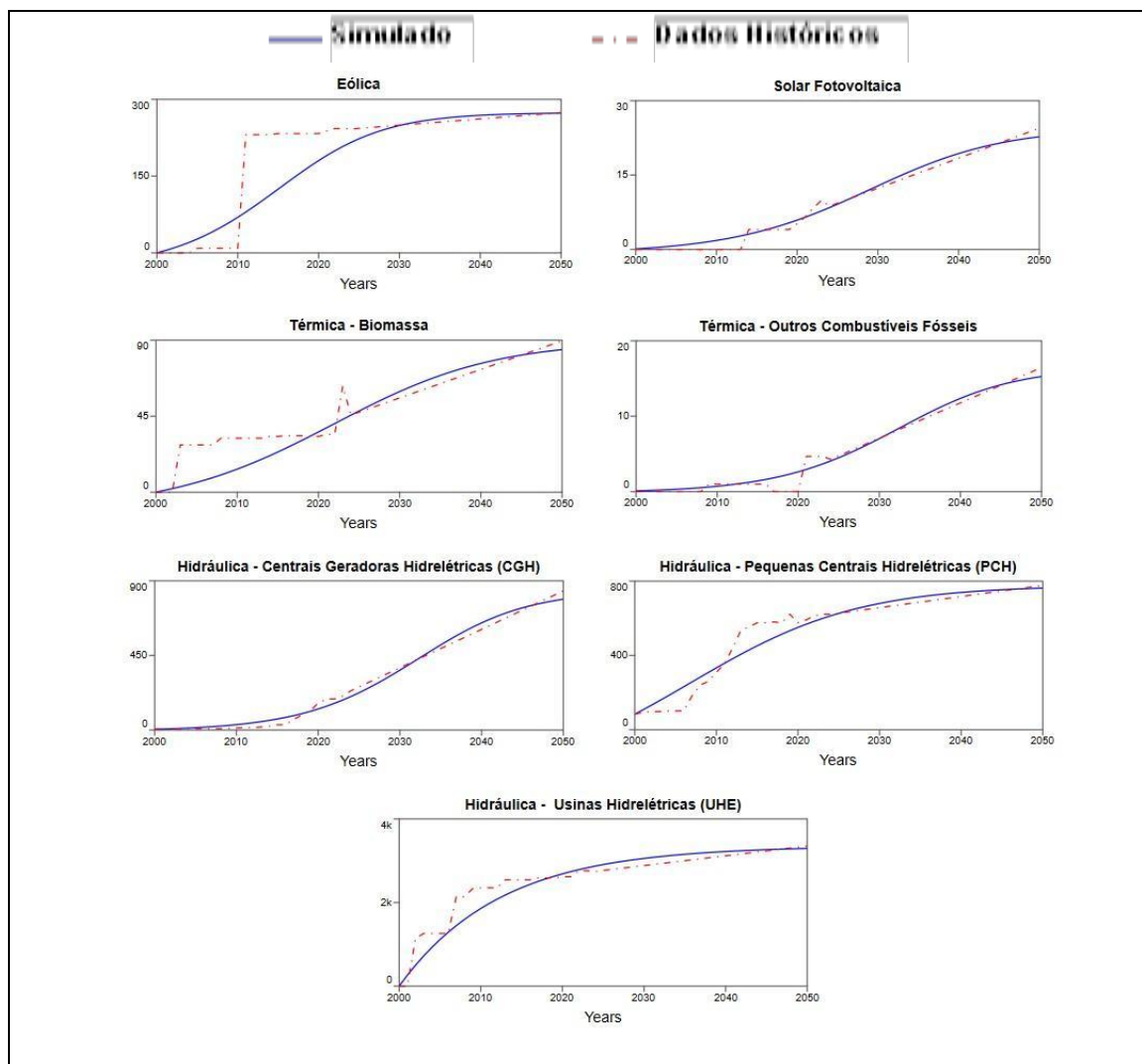


Fonte: Elaborado pelo autor a partir do software Stella.

Os parâmetros p e q de cada fonte foram calibrados manualmente no Stella, com a capacidade de 2050 estimada por tendência e o estoque inicial referente ao ano 2000. Para cada fonte, foi construído um modelo semelhante ao da Figura 2.

A Figura 3 apresenta a comparação do valor simulado pelo modelo para cada fonte de energia com o comportamento no tempo dessas fontes a partir dos dados históricos obtidos.

Figura 3 – Capacidade instalada entre 2000-2050 por fonte



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do software Stella.

Como pode ser observado na Figura 3, todas as fontes de energia modeladas seguem adequadamente o comportamento histórico entre 2000 e 2020, isto significa que o modelo está calibrado e pode ser utilizado para geração de cenários futuros.

4. Resultados

a. Regime Sociotécnico Vigente no Setor Energético em SC

No nível de paisagem, pressões climáticas exigem a substituição de combustíveis fósseis por alternativas de baixo carbono, viabilizadas pela redução de custos de fontes limpas como solar e eólica (Dammann *et al.*, 2021; Öhman *et al.*, 2022; Cho *et al.*, 2024; Schwabe, 2024). Regulamentações mais rigorosas e o crescente interesse público reforçam a aceitação social dessa transição (Cho *et al.*, 2024).

No regime vigente, o arcabouço legal deveria minimizar impactos socioeconômicos, mas incentiva o carvão mineral e mantém incentivos fiscais até 2050 (Tigre *et al.*, 2022; Tigre &

Setzer, 2023). Subsídios governamentais estimulam a competitividade do setor limpo, mas o *lobby* da indústria carbonífera dificulta mudanças rápidas, reforçado pela influência cultural e histórica do carvão, consolidada há décadas (Philomena *et al.*, 2012).

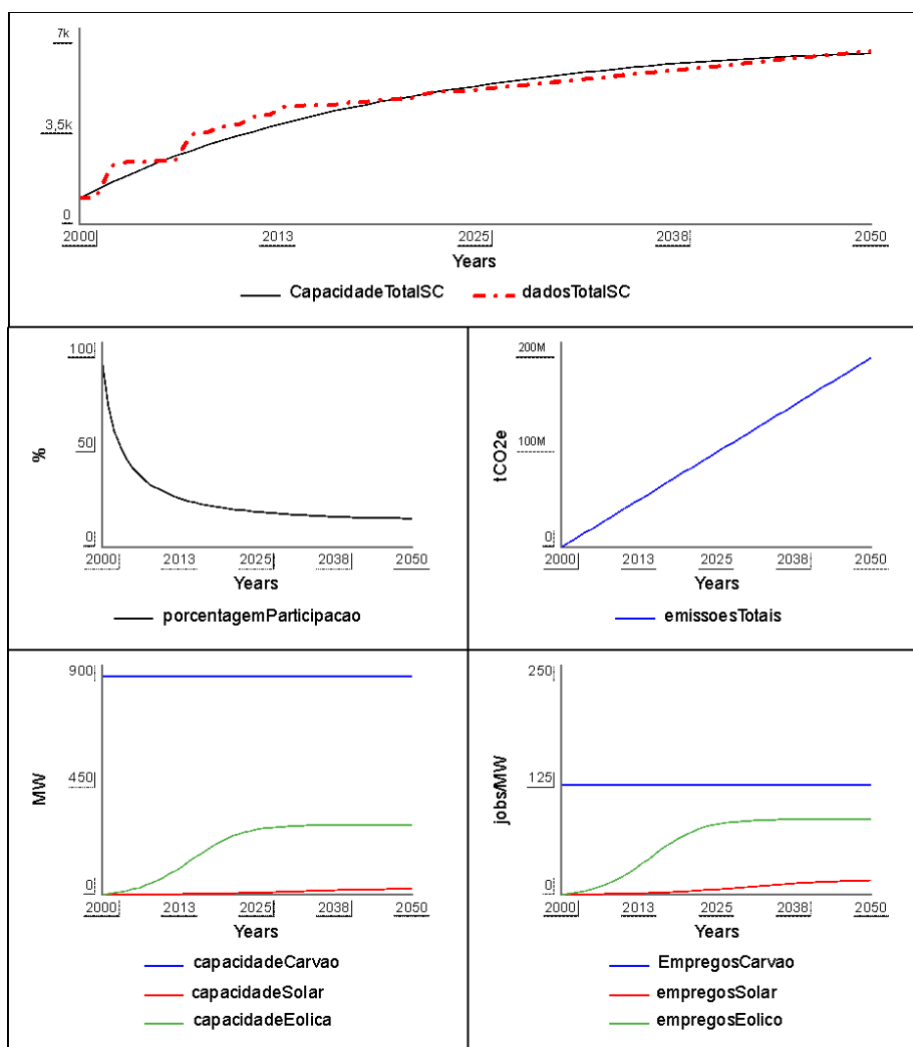
O ciclo do carvão garante previsibilidade econômica e segurança energética, gera empregos e atrai investimentos em P&D, enquanto a infraestrutura existente facilita a integração de novas fontes. Nos nichos, surgem iniciativas como o reaproveitamento de resíduos carboníferos (Acordi *et al.*, 2023), tecnologias de captura e armazenamento de carbono (CCS) (Gomes, 2023) e gaseificação do carvão. Simultaneamente, a geração, armazenamento e transporte de H2V ganham espaço, exigindo investimentos em infraestrutura, pesquisa e regulamentação (Dincer & Acar, 2017).

b. Simulação do CT de Transformação

Para avaliar o CT de Transformação, foram simulados quatro cenários até 2050: BAU (manutenção das condições atuais); Cenário 1 (descomissionamento de 10% a.a. da capacidade da CTJL a partir de 2030); Cenário 2 (mesmo descomissionamento, com inclusão de produção de H2V a partir de 2030); e Cenário 3 (mesmo descomissionamento, com aumento adicional de eólica e solar fotovoltaica, além do H2V).

No Cenário BAU (Figura 4), a capacidade instalada total de SC atinge 6100 MW em 2050. Com a capacidade da CTJL constante em 857 MW, sua participação na matriz cai de ~90% (2000) para 27% (2010) e 14% (2050), evidenciando dependência decrescente do carvão. As emissões anuais permanecem constantes em 3,7 milhões de tCO₂e (fator de capacidade de 50%; taxa de 0,998 tCO₂e/MWh), totalizando 185 milhões de tCO₂e no acumulado. A capacidade fotovoltaica cresce levemente até 22,5 MW em 2050, enquanto a eólica cresce fortemente até 219 MW nas duas primeiras décadas, desacelerando até 274 MW. Usando os fatores de conversão de Ram, Aghahosseini e Breyer (2020) – 0,3 empregos/MW (eólica), 0,7 (fotovoltaica) e 0,14 (carvão) – o setor de O&M do carvão mantém média de 120 empregos por MW em 2050, contra 82,2 na eólica e 15,8 na solar.

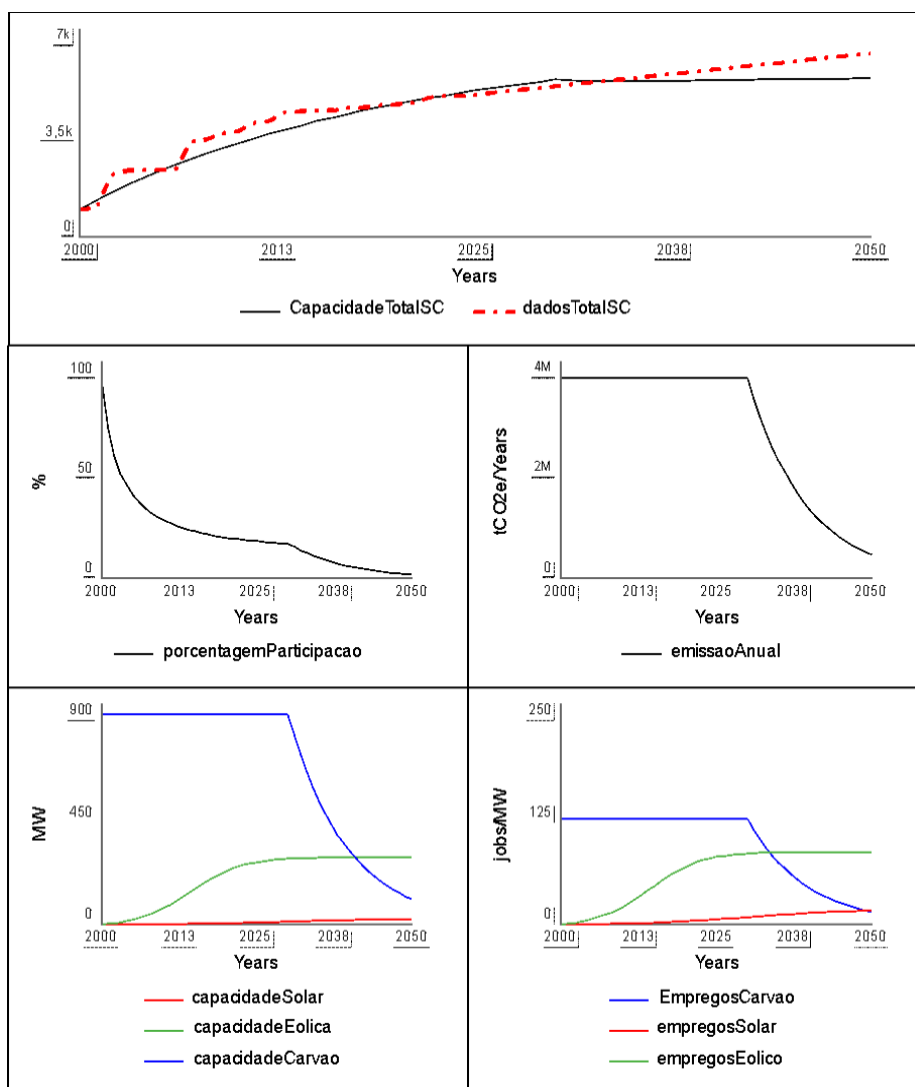
Figura 4 – Cenário BAU



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do software Stella.

No Cenário 1 (Figura 5), o descomissionamento gradual intensifica a queda da participação do CTJL a partir de 2030, chegando a ~2% em 2050 – um descomissionamento quase total. Essa estratégia reduz a capacidade instalada total do estado para cerca de 5300 MW (Cenários 1 e 2).

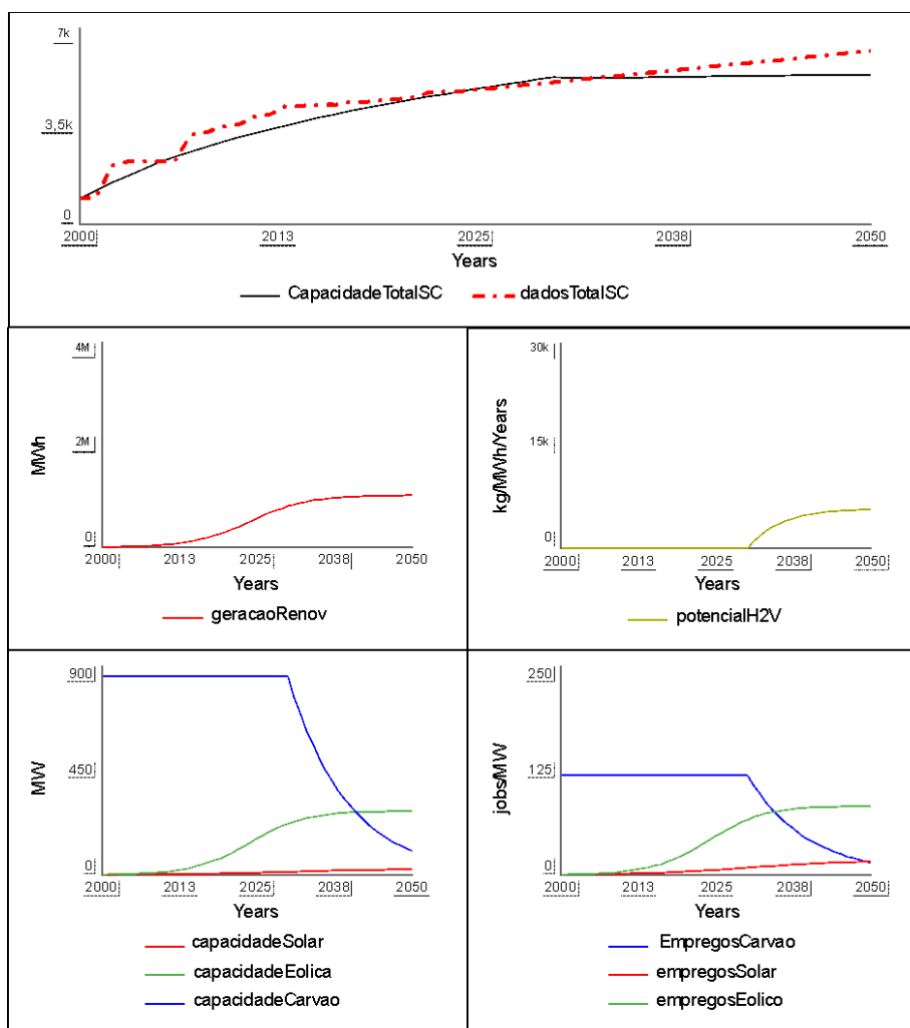
Figura 5 – Cenário 1



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do software Stella.

No Cenário 2 (Figura 6), a produção de H2V foi estimada a partir da geração eólica e solar (fatores de capacidade de 0,40 e 0,29, respectivamente), que cresce intensamente até 2030 e desacelera depois, alcançando 1 milhão de MWh/ano. Convertendo essa geração em H2 (fator de 0,027 MWh/kg; Santana *et al.*, 2023), considerando apenas o crescimento renovável a partir de 2030, a produção máxima atinge 5.657 kg de H2V.

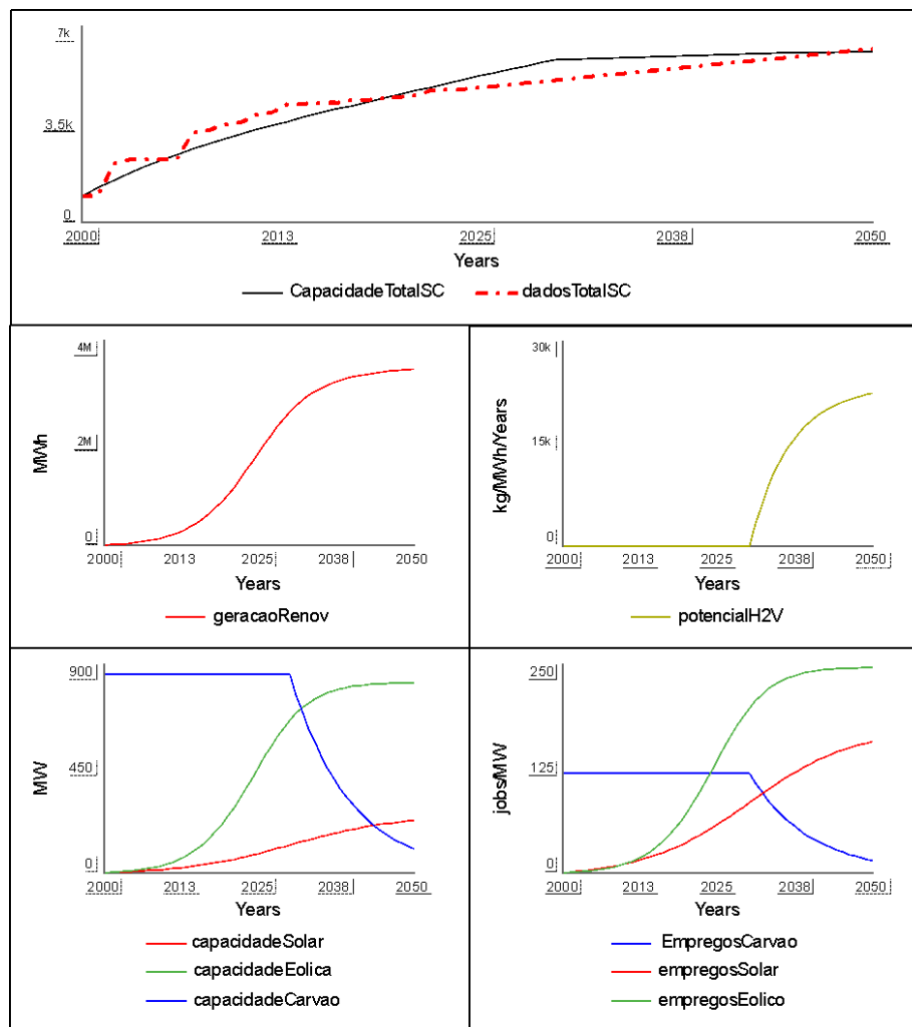
Figura 6 – Cenário 2



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do software Stella.

No Cenário 3 (Figura 7), para compensar a queda de capacidade decorrente do descomissionamento e manter o total próximo do BAU, é necessário um crescimento mínimo de 10 vezes na capacidade solar fotovoltaica e de 3 vezes na eólica, o que reduz a participação do CTJL a ~1,7% em 2050. Nesse cenário, a capacidade total do estado varia entre 5960 e 6100 MW a partir de 2030, indicando que um forte investimento em renováveis evita queda na capacidade durante o descomissionamento. Aplicando o mesmo fator de conversão (0,027 MWh/kg; Santana *et al.*, 2023), a geração renovável correspondente alcança 3.447.945 MWh em 2050, resultando em produção máxima de 22.483 kg de H2V.

Figura 7 – Cenário 3



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do software Stella.

Em relação aos empregos, o Cenário 2 mostra perda de ~88% das vagas de O&M do carvão, com vagas renováveis constantes, resultando em saldo líquido de ~112 empregos em 2050. Já no Cenário 3, o crescimento das capacidades eólica e fotovoltaica gera aumento de três vezes nos empregos eólicos e dez vezes nos fotovoltaicos, resultando em saldo líquido de ~419 empregos. As emissões de GEE nos cenários com descomissionamento seguem padrão proporcional à redução da capacidade da CTJL, chegando a 451 mil tCO₂e em 2050 e a um acumulado de 144 milhões de tCO₂e no período – bem abaixo do BAU.

5. Discussão

A TE em SC configura-se como um processo sociotécnico complexo. Pela abordagem MLP, aplicando o CT de Transformação, esse processo é impulsionado por pressões crescentes no nível da paisagem – emergência climática, regulamentações ambientais e compromissos internacionais de descarbonização – enquanto as inovações de nicho, sobretudo o H2V, ainda amadurecem.

Entre 2000 e 2030, o regime carbonífero permaneceu estável apesar da queda de sua participação relativa, sustentado por subsídios, *lobby* político e infraestrutura consolidada. Contudo, regulamentações mais severas e o desinteresse de investidores internacionais aumentaram a instabilidade do setor, levando empresas a buscar fontes com menor pegada de carbono (Meckling *et al.*, 2017) e atores locais a criar políticas de transição justa (Brasil, 2022; Santa Catarina, 2022). Soluções paliativas como CCS e hidrogênio azul podem surgir (Chiappini, 2023), mas dificilmente garantem competitividade de longo prazo; os primeiros projetos-piloto de H2V, ainda limitados por custos e infraestrutura, sinalizam os primeiros movimentos de mudança, o que já demanda investimento em requalificação da força de trabalho, dado que o CTJL ainda emprega mais que os setores solar e eólico combinados (Cenários BAU, 1 e 2).

A partir de 2030, o descomissionamento gradual do CTJL reduz a capacidade instalada total do estado, indicando risco à segurança energética sem investimento robusto em renováveis, além de perdas expressivas de empregos no setor de O&M do carvão pouco compensadas pelas renováveis, como detalhado nos Resultados. Nesse período, o H2V tende a se tornar mais competitivo, levando empresas antes dependentes do carvão a redirecionar investimentos para infraestrutura de hidrogênio e reaproveitar instalações de mineração e transporte. Isso exige políticas públicas robustas de requalificação profissional e diversificação econômica, com municípios mineradores atraindo novos setores como fabricação de eletrolisadores e componentes renováveis – o que, conforme o Cenário 3, demanda crescimento de 10 vezes na capacidade solar e 3 vezes na eólica em relação ao BAU.

Na década de 2040, o H2V tende a se consolidar como principal alternativa energética da região, operando em larga escala e integrando-se ao regime energético. Empresas antes exclusivas da mineração passam a operar plantas de H2V ou migrar para captura de carbono e economia circular, enquanto municípios mineradores diversificam-se para turismo sustentável e produção renovável. Essa trajetória é acompanhada por queda significativa nas emissões – de 3,7 milhões para 451 mil tCO₂e anuais em 2050, totalizando 144 milhões de tCO₂e no acumulado – e por ganhos líquidos de emprego muito superiores no Cenário 3 frente ao Cenário 2 (419 vs. 112 postos), reforçando que o investimento robusto em renováveis contribui para uma transição mais justa. Estudos futuros devem determinar fatores de conversão de emprego por MW em nível nacional e estadual, considerando também manufatura, construção e instalação, além do O&M.

Assim, o Cenário 3 mostra-se eficiente para a aplicação do CT de Transformação na região, pois concilia a redução acelerada das emissões com a manutenção da capacidade instalada e a geração líquida de empregos – evidenciando que a magnitude do investimento em renováveis, e não apenas o ritmo do descomissionamento, é o fator decisivo para uma transição justa em Santa Catarina.

6. Considerações finais

Diante da emergência climática e de compromissos internacionais como o Pacto de Glasgow, torna-se imprescindível acelerar a substituição do CTJL, um dos maiores emissores de GEE de SC. O estudo revela que essa transição, analisada pela MLP e por simulação de cenários, deve ser compreendida como um processo sociotécnico complexo: o CT de Transformação combina o descomissionamento gradual do CTJL, a expansão de solar e eólica e a consolidação do H2V, resultando em redução significativa das emissões, proteção dos trabalhadores afetados e diversificação econômica regional. Viabilizá-la exige políticas públicas eficientes, investimento em infraestrutura, requalificação da força de trabalho e incorporação ativa das perspectivas locais – escuta de comunidades afetadas e acompanhamento contínuo dos impactos sociais. Estudos futuros podem explorar cenários de Reconfiguração, em que inovações de nicho e reformas estruturais avancem de forma mais coordenada, abrindo caminho para trajetórias mais resilientes e inclusivas.

Referências

- Acordi, J., et al. (2023). Waste valorization of coal mining waste from a circular economy perspective: A Brazilian case study based on environmental and physicochemical features. *Resources Policy*, 80, 103243.
- Agência Nacional de Energia Elétrica [ANEEL]. (2024). *SIGA: Sistema de Informação de Geração da ANEEL*.
- Bass, F. M. (2004). A new product growth for model consumer durables. *Management Science*, 50(12), 1825–1832.
- Brasil. (2022). *Lei nº 14.299, de 5 de janeiro de 2022*. Diário Oficial da União.
- Câmara de Comercialização de Energia Elétrica [CCEE]. (2024). *Geração: Geração de energia elétrica*.
- Chiappini, G. (2023, abril 21). *Diamante Energia mira CCS, fertilizantes e térmicas a gás como alternativas ao carvão*. Eixos.
- Cho, A., Kim, H., & Park, S. (2024). Resurgence of the hydrogen energy in South Korea's government strategies from 2005 to 2019. *International Journal of Hydrogen Energy*, 65, 844–854.
- Damman, S., et al. (2021). A hybrid perspective on energy transition pathways: Is hydrogen the key for Norway? *Energy Research & Social Science*, 78, 102116.
- Dincer, I., & Acar, C. (2017). Innovation in hydrogen production. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(22), 14843–14864.
- Freeman, C., & Perez, C. (1988). Structural crises of adjustment: Business cycles and investment behavior. In G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg, & L. Soete (Eds.), *Technical change and economic theory*. Pinter.
- García-García, P., Carpintero, Ó., & Buendía, L. (2020). Just energy transitions to low carbon economies: A review of the concept and its effects on labour and income. *Energy Research & Social Science*, 70.
- Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8–9), 1257–1274.
- Geels, F. W., & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36(3), 399–417.
- Geels, F. W., & Turnheim, B. (2022). *The great reconfiguration*. Cambridge University Press.
- Gomes, R. T. (2023). *Avaliação de viabilidade técnico-econômica de sistema CCS em uma termelétrica brasileira a carvão* [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas].
- Hassan, Q., et al. (2023). Renewable energy-to-green hydrogen: A review of main resources routes, processes and evaluation. *International Journal of Hydrogen Energy*, 48(46), 17383–17408.
- Hofman, P. S., Elzen, B. E., & Geels, F. W. (2004). Sociotechnical scenarios as a new policy tool to explore system innovations: Co-evolution of technology and society in the Netherlands electricity domain. *Innovation*, 6(2), 344–360.

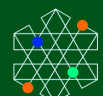
- Köhler, J., et al. (2019). An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 31, 1–32.
- Lykouras, I., & Mora, L. (2025). Material matters: Recommendations for the analysis of relational spaces in sociotechnical transition studies. *Technology in Society*, 80, 102764.
- Markard, J., Raven, R., & Truffer, B. (2012). Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. *Research Policy*, 41(6), 955–967.
- Martínez-Jaramillo, J. E., Van Ackere, A., & Larsen, E. R. (2022). Transitioning towards a 100% solar-hydro based generation: A system dynamic approach. *Energy*, 239, 122360.
- Meckling, J., Sterner, T., & Wagner, G. (2017). Policy sequencing toward decarbonization. *Nature Energy*, 2(12), 918–922.
- Nelson, R., & Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Belknap Press of Harvard University.
- Öhman, A., Karakaya, E., & Urban, F. (2022). Enabling the transition to a fossil-free steel sector: The conditions for technology transfer for hydrogen-based steelmaking in Europe. *Energy Research & Social Science*, 84.
- Philomena, G. L. B., Follmann, J. I., & Gonçalves, T. M. (2012). Aspectos da cultura do carvão em Criciúma (SC): A história que não se conta. *História Unisinos*, 16(2), 244–255.
- Ram, M., Aghahosseini, A., & Breyer, C. (2020). Job creation during the global energy transition towards 100% renewable power system by 2050. *Technological Forecasting and Social Change*, 151, 119682.
- Rip, A., & Kemp, R. (1998). Technological change. In S. Rayner & E. L. Malone (Eds.), *Human choice and climate change: Vol. II. Resources and technology* (pp. 327–399). Battelle Press.
- Rosenbloom, D. (2017). Pathways: An emerging concept for the theory and governance of low-carbon transitions. *Global Environmental Change*, 43, 37–50.
- Santa Catarina (Estado). (2022). *Lei nº 18.330, de 5 de janeiro de 2022*. Diário Oficial do Estado de Santa Catarina.
- Santana, J. C., et al. (2023). Economic and environmental assessment of hydrogen production from Brazilian energy grid. *Energies*, 16(9), 3769.
- Schwabe, J. (2024). Regime-driven niches and institutional entrepreneurs: Adding hydrogen to regional energy systems in Germany. *Energy Research & Social Science*, 108, 103357.
- Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa [SEEG]. (2025).
- Smith, A., et al. (2005). The governance of sustainable socio-technical transitions. *Research Policy*, 34(10), 1491–1510.
- Soares, P. S. M., Santos, M. D. C., & Possa, M. V. (Eds.). (2008). *O carvão brasileiro: Tecnologia e meio ambiente*. ETEM/MCT.
- Sterman, J. D. (2000). *Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*. McGraw Hill Higher Education.
- Thomsen, M. (2023). *Developing a green hydrogen economy in Brazil: Obstacles and enablers* [Tese de doutorado, Universidade Católica Portuguesa].
- Tigre, M. A., & Setzer, J. (2023). Human rights and climate change for climate litigation in Brazil and beyond: An analysis of the Climate Fund decision. *Georgetown Journal of International Law*, 54, 593.
- Tigre, M. A., et al. (2023). *Just transition litigation in Latin America: An initial categorization of climate litigation cases amid the energy transition*. Sabin Center for Climate Change Law.

Este volumen de la *Revista Debates sobre Innovación* surge a partir de la *VI Conferencia Internacional de la Red Latinoamericana para el estudio de los Sistemas de Aprendizaje, la Innovación y el Desarrollo de Competencia (LALICS)*. En 2025 la Red se reunió en Río de Janeiro, entre el 8 y el 10 de septiembre, bajo el lema: “Innovación para el Desarrollo en América Latina: Sostenibilidad Ambiental, Económica y Social en la Democracia”. En el encuentro se realizaron dos eventos: 1) la Academia de Doctorado y 2) el Seminario de Investigación. Los asistentes, estudiantes de doctorado e investigadores de América Latina y el Caribe, debatieron sobre temas enfocados a: la sostenibilidad y los recursos naturales, digitalización e inteligencia artificial, desarrollo y sus implicaciones en la región, agroindustrias, género, innovación empresarial, salud, políticas industrial y científica, tecnología e innovación, redes, territorios y conocimiento, digitalización, relaciones academia-universidad, y trayectorias nacionales y sectoriales. intenso El diálogo, recorrido en dos volúmenes, se comparte en los números de esta edición de *Debates sobre Innovación*.

Puede consultar los
números de la Revista
en el enlace siguiente:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA



DMEGI



2594 0930