

Imaginários sociotécnicos das políticas energéticas no Brasil e Chile: o hidrogênio verde e a transição energética na América Latina

Denise Pistilli Rodrigues

Mestra em Antropologia Social- PPGAS/UFSC

Palavras chave: hidrogênio verde; transição energética; América Latina¹

1. Introdução

No início do século XXI, países como Brasil, Chile, Uruguai e Argentina promoveram políticas de incentivo às energias renováveis² (ER) (GARRIDO; RECALDE, 2022). Esse fenômeno sedimentou o surgimento das plantas de hidrogênio verde (H2V) na América Latina no período pós-pandemia, caracterizado por Maristella Svampa e Breno Bringel como o “Consenso da Descarbonização” (2023). Tal consenso se refere a um novo acordo capitalista global que busca migrar para matrizes de baixo carbono sem, contudo, alterar a lógica predatória com a natureza.

Embora o hidrogênio verde seja frequentemente apresentado como uma novidade, ele é produzido mundialmente há décadas, principalmente para fins industriais e agrícolas (BERTINAT; CHEMES, 2025, p.8). Um marco crucial para o desenvolvimento das ER foi a crise do petróleo de 1973, que impulsionou pesquisas sobre fontes alternativas para substituir a dependência do petróleo e gás (GARRIDO; RUGGERI, 2024; BERTINAT; CHEMES, 2025) . Além do Acordo de Paris na COP21³ de 2015, onde a transição energética se tornou um imperativo global (AEDO et al., 2024, p. 23). Atualmente, o ressurgimento do hidrogênio como prioridade política é uma resposta geopolítica às crises de segurança energética na Europa, agravadas pela pandemia e pela Guerra na Ucrânia, que forçaram o Norte Global a buscar independência do gás russo (BERTINAT; CHEMES, 2025, p.13).

¹ Trabalho apresentado na 35ª Reunião Brasileira de Antropologia (2026)

² As energias renováveis, também denominadas **Energias Renováveis Não Convencionais** (ERNC) em parte da literatura latino-americana (ORDENES, 2025, p.23), incluem fontes como a energia hidráulica, a energia solar fotovoltaica, a energia eólica e a biomassa. Em contraste, as fontes não renováveis são compostas principalmente pelos combustíveis fósseis tradicionais, como o petróleo, o gás natural e o carvão mineral.

³ Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática.

Nesse contexto, a **transição energética** surge como o conceito central, porém profundamente polissêmico (GARRIDO; RECALDE, 2022). Ela não se reduz a uma mera “substituição” de fontes conforme os seus impulsores defendem; de acordo com a definição de Newell (NEWELL, 2021 apud GARRIDO; RECALDE, 2022, p. 12) , a transição envolve mudanças profundas e simultâneas em três sistemas interconectados: processos produtivos e dinâmicas de consumo; tecnologias de extração e transformação de energia e políticas de regulação dos sistemas energéticos. Por isso, a mobilização do conceito de **regime sociotécnico** é fundamental para superar a interpretação da transição entendida apenas como um processo de substituição de uma tecnologia por outra (GARRIDO; RUGGERI, 2024).

Sob esta lente, compreende-se que as transições são fenômenos sociotécnicos situados sócio-historicamente e espacialmente (GARRIDO; RECALDE, 2022, p.51), o que implica que não existe uma definição única ou um caminho universal a ser seguido. O regime sociotécnico não se limita a normas formais ou legislações; ele é sustentado por uma construção conjunta de elementos heterogêneos, que incluem desde relações usuário-produtor e racionalidades políticas até dinâmicas de mercado que estabelecem o que é considerado desejável e viável (GARRIDO; RUGGERI, 2024, p.103).

Para Garrido e Recalde, a transição energética é um processo complexo cujos fatores extrapolam a dimensão puramente técnica, envolvendo transformações estruturais profundas nas esferas econômica, sociodemográfica — como os padrões de urbanização — e nos hábitos culturais de consumo de energia. Esse movimento é impulsionado por diversos *drivers* de mudança, que incluem desde o avanço do conhecimento científico e inovações tecnológicas até a influência de conflitos geopolíticos e acordos regionais que moldam a direção do processo (2022, p.34).

Nesse sentido, o formato e o alcance das transições são indissociáveis das relações de poder, sendo determinados por disputas e tensões entre múltiplos atores, nos quais grandes *players* globais e seus parceiros locais frequentemente impõem interesses e constroem um "senso comum" sobre o que é possível e correto.

Essa preocupação torna-se ainda mais relevante quando se observa que os significados e objetivos atribuídos à transição energética variam significativamente entre o Norte e o Sul Global. Diferentemente das transições históricas, como a passagem do carvão para o petróleo (MITCHELL, 2011 apud MITCHELL; CHARBONNIER; VINCENT, 2018,

p.8-9), impulsionadas por inovações tecnológicas e geopolíticas, a transição atual possui um forte **impulso ambiental** voltado à mitigação das **mudanças climáticas** (AEDO et al., 2024). Contudo, o significado da "transição" varia significativamente conforme a escala geográfica. Assim, se por um lado, no Norte Global, ela é entendida prioritariamente como um processo de descarbonização profunda das economias, por outro, no Sul Global, especialmente na América Latina, a transição energética é frequentemente construída como um problema de oferta elétrica e como uma necessidade de diversificação da matriz energética para enfrentar crises de abastecimento.

Essa assimetria revela o risco da transição corporativa, que prioriza a rentabilidade econômica e a "segurança energética" do Norte, transformando o Sul em um provedor de recursos (sol, vento, água, terras e minerais críticos) e criando novas "zonas de sacrifício verde" (BRINGEL; SVAMPA, 2023; (AEDO et al., 2024).

Nesse sentido, a noção de "espaço vazio", característica de uma geopolítica imperial, conforme discutem Bringel e Svampa (2023), que tende a invisibilizar populações, usos do território e formas locais de habitar⁴; mostra-se particularmente relevante para compreender a escolha dos locais destinados à implantação de projetos de energias renováveis e dos hubs de hidrogênio verde (H2V) no Brasil e no Chile. Os principais polos de desenvolvimento dessa indústria concentram-se no Nordeste brasileiro e no norte chileno, regiões frequentemente representadas como territórios dotados de elevado potencial energético e ampla disponibilidade territorial.

No caso chileno, o norte do país reúne condições excepcionais para a geração de **energia solar** e para a instalação de **plantas dessalinizadoras**, em um contexto marcado pela forte concentração do setor extrativista e energético. Ao mesmo tempo, trata-se de uma região caracterizada por graves problemas socioambientais, incluindo a

⁴ A etnografia apresentada por Schöneich (2020) sobre a chegada da indústria petrolífera à região de Santa Cruz, no norte do México, em uma comunidade camponesa com forte presença indígena, pode ser lida como uma espécie de "colcha de retalhos", na medida em que evidencia a coexistência e a sobreposição de diferentes atividades econômicas, infraestruturas, temporalidades e formas de vida em um mesmo território. Essa leitura contribui para problematizar interpretações lineares das transições energéticas, frequentemente concebidas como processos de simples substituição tecnológica. Em vez disso, sugere que novas infraestruturas e projetos energéticos tendem a se articular a dinâmicas econômicas, sociais e culturais preexistentes, produzindo configurações territoriais marcadas tanto pela convivência quanto pelas tensões entre elementos heterogêneos.

degradação dos ecossistemas, além de elevados índices de desemprego e pobreza (AEDO et al., 2024, p. 27).

No Brasil, o Nordeste concentra a maior parte dos projetos de energia renovável, especialmente **eólica** e **solar**, em razão da elevada incidência de ventos e radiação solar (COSTA, 2019), condições consideradas estratégicas para a implantação dos **hubs de H2V**. No entanto, a concentração dos projetos de hidrogênio verde no Nordeste brasileiro é frequentemente associada a expectativas de desenvolvimento regional e geração de empregos em uma região marcada por desigualdades socioeconômicas históricas.

Nesse contexto, a promessa de desenvolvimento associada à transição energética tende a adquirir especial legitimidade política, reforçando narrativas que apresentam tais territórios como áreas prioritárias para a recepção de grandes empreendimentos.

Transição Energética ou Expansão? Dados e Projeções

A legitimidade do H2V se apoia na abundância de recursos naturais na América Latina. De acordo com dados do BEN⁵(EPE, 2025) o Brasil destaca-se com uma matriz energética⁶ composta por cerca de 50% de energias renováveis e aproximadamente 86,8% da eletricidade gerada no país⁷ provém de fontes renováveis⁸. O Chile, por sua vez, segundo dados do IEA (2023) apresenta aproximadamente 36, 3% de participação

⁵ Balanço Energético Nacional.

⁶ A **matriz energética** representa o conjunto de fontes de energia disponíveis para transformação, distribuição e consumo nos diferentes setores da sociedade, incluindo os processos produtivos, as residências, o transporte, a iluminação pública e o próprio setor energético. Já a **matriz elétrica** corresponde ao conjunto de fontes utilizadas especificamente para a geração de eletricidade (EPE, 2019 apud COSTA, 2019, p. 7). Para os propósitos desta pesquisa, são mobilizados tanto os dados da matriz energética quanto os da matriz elétrica, uma vez que o hidrogênio verde (H2V) transita entre ambas. Embora não constitua uma fonte primária de energia, mas sim um vetor energético, sua produção depende diretamente da eletricidade gerada por fontes renováveis. Assim, a consideração das duas matrizes é fundamental para compreender as bases energéticas que viabilizam sua produção e expansão.

⁷ Em 2023, as fontes renováveis representavam, em conjunto, 87,1% da **matriz elétrica** brasileira, percentual que se reduziu ligeiramente para 86,8% em 2024. Essa variação esteve associada principalmente à diminuição da participação da energia hidráulica, que passou de 58,9% para 55,3%, e ao aumento da contribuição de outras fontes, como a energia solar, que cresceu de 7,0% para 9,3%, a energia eólica, de 13,2% para 14,1%, e a geração a partir de gás natural, de 5,3% para 6,3% (EPE, 2025).

⁸ De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2025), a **matriz energética** brasileira apresenta uma composição equilibrada entre fontes renováveis e não renováveis, cada uma representando aproximadamente 50% da oferta interna de energia. Entre as **fontes não renováveis**, destacam-se o petróleo e seus derivados (34,0%), o gás natural (9,6%), o carvão mineral (4,5%), a energia nuclear (1,3%) e outras fontes não renováveis (0,6%). Já entre as **fontes renováveis**, sobressaem a biomassa da cana-de-açúcar (16,7%), a energia hidráulica (11,6%), a lenha e o carvão vegetal (8,5%), a energia eólica (2,9%), a energia solar (2,2%) e outras fontes renováveis (8,1%).

renovável em sua **geração energética** e 71% da **geração elétrica**⁹, impulsionada pelo potencial solar do Atacama (norte) e eólico da Patagônia (sul) (AEDO et al., 2024).

Contudo, de acordo com Bertinat e Chemes (2025), as projeções internacionais sugerem uma tensão entre o discurso da "transição energética" e a realidade da expansão do consumo global de energia. Com base em estimativas da Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA) de 2022, os autores destacam que o hidrogênio poderá representar 12% da matriz energética mundial em 2050, embora apenas 66% desse total seja efetivamente produzido por rotas renováveis. Da mesma forma, mobilizando dados da *International Energy Agency* (IEA) de 2023, argumentam que a produção global de hidrogênio poderá crescer de aproximadamente 100 Mt para até 900 Mt em 2050, sem que o hidrogênio de origem fóssil seja completamente substituído, mas sim complementado pelo hidrogênio verde. Ainda segundo Bertinat e Chemes (2025, p. 12), projeções da *Organización Latinoamericana de Energía* (OLADE) indicam que o hidrogênio verde representará apenas 1% do consumo final de energia na América Latina e Caribe em 2030.

Nesse cenário, autores como Bertinat e Chemes (2025) e Elisângela Paim e Fabrina Furtado¹⁰(2024) argumentam que não estamos vivendo uma substituição, mas uma adição de fontes, já que a exploração de petróleo *offshore* no Brasil e de *shale gas* na Argentina continua crescendo em paralelo à expansão das energias renováveis. Esse é o caso da ampliação da exploração petrolífera pela Petrobras após a descoberta do pré-sal, entre 2006 e 2009, na faixa litorânea que se estende do Espírito Santo a Santa Catarina, bem como das discussões mais recentes sobre a exploração de petróleo na Foz do Amazonas no Norte do Brasil. Na Argentina, destaca-se ainda o caso de Vaca Muerta localizado no norte da Patagônia, importante área de exploração de gás e petróleo obtidos por fraturamento hidráulico (*fracking*), cuja expansão tem ocorrido paralelamente ao crescimento das energias renováveis (BERTINAT; SVAMPA, 2019; HUBERT; SPIVAK L'HOSTE, 2021; GARRIDO; RECALDE, 2022).

⁹Em 2024, a **matriz elétrica** chilena foi composta majoritariamente por **fontes renováveis**, que representaram 71% da geração de eletricidade. Entre elas, destacam-se a energia hidrelétrica (29,6%), a solar fotovoltaica (22,7%), a eólica (11,8%), os biocombustíveis (6,6%) e a energia geotérmica (0,3%). As fontes **não renováveis** corresponderam aos 29% restantes, sendo compostas principalmente por carvão (14,8%), gás natural (13,8%) e petróleo (0,4%) (IEA, 2025).

¹⁰ A autora compara os investimentos globais realizados em 2022 em energias renováveis voltadas à redução das emissões de CO₂, que totalizaram 500 bilhões de dólares, com os investimentos em combustíveis fósseis no mesmo período, que alcançaram 950 bilhões de dólares.

2. O que é o Hidrogênio Verde? Definição e Complexidade Técnica

É fundamental definir o H2V não como uma fonte de energia, mas como um vetor energético. Ou seja, ele funciona como um intermediário que deve ser produzido a partir do consumo de energia para depois ser utilizado como tal (BERTINAT; CHEMES, 2025, p. 9). Além disso, conforme relatado pela socióloga e antropóloga Gabriela Cabaña (2024), da *Fundación Tantí*¹¹, a produção de H2V requer grandes quantidades de energia, pois depende do processo de eletrólise da água.

Existem várias classificações e cores do hidrogênio que distinguem as suas rotas de produção segundo as fontes energéticas utilizadas no processo e níveis de emissões de gases de efeito estufa (GEE). As principais categorias incluem o **hidrogênio cinza** produzido a partir de combustíveis fósseis (gás natural ou carvão) com altas emissões de CO²; o **azul** associado à captura de carbono (CCS¹²) similar ao processo anterior a partir de combustíveis fósseis mas com uma menor emissão de CO²; o **rosa**, vinculado à energia nuclear e finalmente o **verde** produzido, conforme dito anteriormente, por eletrólise da água utilizando eletricidade proveniente de fontes renováveis¹³ (solar, eólica, biomassa), etc (BERTINAT; CHEMES, 2025, p.11).

Além disso, Bertinat e Chemes (2025) destacam que o hidrogênio pode ser utilizado como vetor energético de diferentes maneiras. Uma delas é a combustão direta para **fins industriais**, na qual o hidrogênio é queimado para gerar calor, produzir vapor em caldeiras e alimentar sistemas térmicos capazes de gerar eletricidade. Nessa etapa, a principal emissão resultante do processo é vapor d'água, sem a liberação direta de gases de efeito estufa. Outra aplicação ocorre por meio das “células a combustível”, dispositivos similares a uma bateria que convertem o hidrogênio em eletricidade e que vêm sendo apontados como uma alternativa para o setor de **transportes**.

Apesar dessas possibilidades, o uso energético do hidrogênio enfrenta desafios relacionados ao seu **armazenamento e transporte** em estado puro, devido às suas

¹¹ Em uma oficina online realizada com especialistas e lideranças locais.

¹² CCS (*Carbon Capture and Storage*) refere-se a tecnologias de captura e armazenamento de carbono destinadas a reduzir as emissões geradas por processos industriais.

¹³ Para os autores, alguns setores têm substituído a noção de **hidrogênio verde** pela de **hidrogênio de baixa emissão**, categoria que inclui o hidrogênio azul. Essa mudança discursiva busca legitimar a continuidade da produção de hidrogênio a partir do gás natural. Tal tendência sugere que projetos anunciados como iniciativas de hidrogênio de baixa emissão podem, na prática, resultar na continuidade de projetos baseados em gás natural e associados a elevados níveis de emissões (BERTINAT; CHEMES, 2025, p.18).

características físico-químicas. Por essa razão, têm sido desenvolvidas alternativas que consistem em sua conversão em outros compostos, como **amônia**, **metanol** e **combustíveis** sintéticos. Entre eles, a amônia — produzida a partir da combinação de hidrogênio e nitrogênio — destaca-se por possuir uma cadeia logística já consolidada e por ser mais simples de armazenar e transportar do que o hidrogênio. Assim, sua conversão pode servir tanto para facilitar o transporte do hidrogênio quanto para permitir sua utilização direta como combustível ou insumo industrial (BERTINAT; CHEMES, 2025, p.10).

Inspirado em Timothy Mitchell, este trabalho compreende a **infraestrutura** como um arranjo sociotécnico que articula elementos materiais, financeiros, jurídicos e políticos. Em vez de separar infraestrutura e superestrutura, essa perspectiva enfatiza que as relações de poder são produzidas e estabilizadas através das próprias infraestruturas (MITCHELL, 2011 apud MITCHELL; CHARBONNIER; VINCENT, 2018, p.5).

Assim, os projetos de hidrogênio verde são analisados como dispositivos que conectam territórios, recursos naturais, investimentos, tecnologias, formas de governança e diferentes atores sociais, produzindo efeitos materiais e políticos sobre os espaços e as populações onde são implantados. Para além dessas articulações, tais projetos condensam um processo mais amplo de transformação estrutural, que reconfigura relações econômicas, tecnológicas, ambientais e geopolíticas em escala global, processos que influenciam a orientação e a implementação da transição energética (GARRIDO; RECALDE, 2022).

Partindo dessa perspectiva, a infraestrutura associada ao hidrogênio verde (H2V) não se limita à elevada demanda por energia renovável e água, mas envolve também uma significativa ocupação territorial. De acordo com informações obtidas em entrevistas exploratórias realizadas com um diretor espanhol da Acciona para a América Latina e com o gerente chileno do setor de energia da Mitsui, os parques eólicos e solares demandam extensas áreas para sua implantação, diferentemente das usinas movidas a gás ou carvão. Segundo o gerente chileno da Mitsui, essa característica territorial constitui uma das principais diferenças entre as fontes renováveis e as fontes fósseis de geração de energia. Já o diretor espanhol da Acciona destacou a magnitude dessa demanda ao afirmar que, enquanto a geração de aproximadamente 50 MW requer cerca

de sete aerogeradores, megaprojetos com capacidade entre 3.400 e 4.000 MW podem exigir a instalação de aproximadamente 600 turbinas eólicas.

Esses dados evidenciam a dimensão espacial da infraestrutura necessária para sustentar a expansão da economia do hidrogênio verde, bem como seus potenciais impactos sobre os territórios onde tais empreendimentos são implantados.

Essa dimensão territorial torna-se ainda mais evidente quando se observa que os projetos de hidrogênio verde são concebidos como **HUBs integrados de infraestrutura**, articulando **parques eólicos e solares, linhas de transmissão, terminais portuários, plantas dessalinizadoras e sistemas de transporte** para exportação. Um exemplo é o projeto Grão-Pará Maranhão, cuja implantação poderá afetar diretamente territórios quilombolas, chegando a ocupar cerca de 87% de uma dessas áreas (STRAUTMAN; PAIM, 2025, p. 32-34).

No litoral cearense, por exemplo, a instalação de parques eólicos tem resultado na privatização de áreas de dunas e manguezais, impedindo o acesso físico de comunidades tradicionais aos seus meios de subsistência e territórios de pesca. Além disso, estudos apontam que empresas do setor frequentemente se beneficiam de áreas de insegurança fundiária para obter terras a preços baixos, em alguns casos por meio de mecanismos associados à grilagem, à fragilidade dos registros fundiários ou à influência política sobre os processos de regularização territorial (BRANNSTROM et al., 2019).

Além disso, embora os discursos predominantes sobre a transição energética tendam a enfatizar somente o caráter positivo da expansão das energias renováveis na atualidade e a ausência de emissões durante a **fase de operação** desses empreendimentos, sua **implantação** envolve impactos socioambientais significativos (COSTA, 2019). A instalação de parques eólicos e solares requer a supressão de vegetação, a construção de estradas de acesso, linhas de transmissão e subestações, promovendo alterações profundas nos territórios onde são implementados (COSTA, 2019; BRANNSTROM et al., 2019). No Chile, conforme destacou Cabaña (2024), a expansão de parques fotovoltaicos e plantas de hidrogênio verde nas regiões de Atacama e Calama tem provocado impactos sobre sítios arqueológicos e patrimônios culturais de comunidades locais, como San Francisco de Chiu Chiu e Conchi Viejo.

Esses impactos são parcialmente invisibilizados pelos próprios mecanismos regulatórios. No Chile, o hidrogênio verde é frequentemente avaliado pelo Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental (SEIA) apenas como um "gás inflamável", o que tende a obscurecer a complexidade da infraestrutura necessária para sua produção e exportação. Segundo críticas levantadas por especialistas, essa classificação permite fragmentar os empreendimentos em projetos menores, reduzindo a necessidade de avaliações ambientais mais abrangentes e limitando os processos de participação cidadã (ORDENES, 2025, p.27).

A dimensão territorial, entretanto, constitui apenas uma das faces da materialidade que caracteriza a produção de H₂V. A água, insumo indispensável ao processo de eletrólise, emerge como outro recurso estratégico e potencialmente disputado. Estima-se que sejam necessários aproximadamente 35 litros de água destilada para a produção de apenas 1 kg de hidrogênio (CABAÑA, 2024), o que levanta preocupações particularmente relevantes em regiões marcadas pela escassez hídrica.

No norte do Chile, uma das soluções propostas para suprir essa demanda tem sido a construção de **plantas dessalinizadoras**. Contudo, esse processo apresenta desafios socioambientais importantes, incluindo elevado consumo energético, emissões associadas à operação das instalações e o descarte de salmoura no ambiente marinho, com potenciais impactos sobre a fauna e a flora costeiras (CABAÑA, 2024). Além disso, como argumenta Strang (2019), a crescente apropriação e o controle da água por grandes corporações podem gerar formas desiguais de governança dos recursos hídricos, nas quais as decisões tendem a privilegiar interesses empresariais em detrimento das necessidades das populações locais.

Nesse contexto, a questão hídrica emerge como um recurso estratégico cuja importância se soma às questões territoriais já discutidas, tornando-se um elemento fundamental para compreender os desafios socioambientais relacionados à expansão do hidrogênio verde. Tanto na entrevista exploratória realizada com um gerente chileno do setor energético quanto na oficina promovida pela *Fundación Tantí* (CABAÑA, 2024), além da literatura especializada (BUDDS, 2012; STRANG, 2019), a disponibilidade e a governança da água aparecem como temas centrais para compreender os potenciais impactos dos projetos no norte do Chile.

No caso do Nordeste brasileiro, entretanto, a questão hídrica ainda não ocupa a mesma centralidade nos estudos sobre energias renováveis e nos trabalhos acadêmicos que abordam o hidrogênio verde identificados até o momento. Tal ausência chama a atenção, sobretudo considerando a relevância histórica, social e cultural da seca e da escassez hídrica na região, amplamente retratadas na literatura, no cinema e em diferentes interpretações sobre o sertão nordestino. Essa diferença pode estar relacionada tanto às distintas condições climáticas e do ciclo da água¹⁴ quanto ao estágio atual de desenvolvimento dos projetos em cada país. Diante desse cenário, a pesquisa buscará aprofundar essa questão por meio do trabalho de campo no Brasil e no Chile, investigando de que maneira diferentes contextos territoriais influenciam a emergência e a configuração de conflitos relacionados ao acesso, uso e controle da terra e da água, bem como as razões pelas quais determinadas problemáticas socioambientais ganham maior ou menor visibilidade em cada contexto.

Alguns elementos sobre o hidrogênio verde no Brasil e no Chile

Nesta etapa inicial da pesquisa, foi realizado um levantamento exploratório sobre as matrizes energéticas e elétricas brasileira e chilena, com base na literatura especializada e em relatórios que analisam documentos institucionais, programas governamentais, políticas públicas e projetos relacionados ao setor do hidrogênio verde no Brasil e no Chile.

Os dados levantados indicam que Brasil e Chile ocupam posições estratégicas na expansão da indústria do hidrogênio verde na América Latina, embora apresentem trajetórias distintas em termos de recursos energéticos, arranjos institucionais e estágio de desenvolvimento dos projetos. Conforme apresentado anteriormente, embora ambos os países disponham de **matrizes elétricas** predominantemente renováveis (86,3% no Brasil e 71% no Chile), o Brasil se destaca pela maior participação de fontes renováveis em sua **matriz energética** total, que alcança 50%, em comparação aos 36,3% registrados no Chile.

¹⁴ Budds utiliza o conceito de **ciclo hidrossocial**, oriundo da ecologia política, para discutir as noções de escassez hídrica na região conhecida como **Norte Chico**, no Chile, caracterizada pela forte presença da agricultura voltada à exportação. Para a autora, esse conceito permite ir além das preocupações relacionadas aos fluxos da água nos ambientes físicos — atmosfera, superfície terrestre, subsuperfície e biomassa — ao considerar também as formas pelas quais a água é apropriada, gerida e transformada pelos diferentes atores sociais e instituições. Nesse sentido, o ciclo hidrossocial incorpora fatores como obras hidráulicas, marcos legais, arranjos institucionais, práticas culturais e significados simbólicos associados à água (BUDDS, 2012, p. 170).

O desenvolvimento da economia do H2V no Brasil é um fenômeno muito recente que tem sido acompanhado pela expansão de projetos, investimentos e iniciativas institucionais voltadas à consolidação do setor. Um mapeamento realizado pelo Centro Latino-Americano de Estudos em Energia (CELA) identificou 111 projetos relacionados ao hidrogênio no país (CELA, 2025 apud Eixos, 2025), evidenciando o crescente interesse de atores públicos e privados na produção, transporte e utilização desse vetor energético.

Entre os instrumentos de monitoramento do setor energético, destaca-se o painel *Hidrogênio no Brasil*, desenvolvido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), que reúne iniciativas relacionadas à produção e ao desenvolvimento do **hidrogênio de baixo carbono**. Embora o painel não se restrinja exclusivamente ao hidrogênio verde (H2V), ele permite visualizar a distribuição territorial dos projetos e estimar o potencial técnico de produção a partir dos recursos energéticos disponíveis no país. Segundo a EPE, esse potencial alcança aproximadamente 18,9 milhões de toneladas por ano.

A distribuição espacial desse potencial revela uma forte concentração na região Nordeste, considerada estratégica para a produção de hidrogênio verde em função da abundância de recursos renováveis, especialmente eólicos e solares (COSTA, 2019; Agência FAPESP, 2025). Essa vantagem comparativa tem sido incorporada às estratégias nacionais de desenvolvimento do setor e se reflete na localização dos principais investimentos anunciados. De acordo com o CELA (2025 apud Eixos, 2025), os investimentos previstos ultrapassam R\$ 454 bilhões e concentram-se principalmente nos estados do Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Bahia e Pernambuco. O objetivo é posicionar o Brasil entre os produtores de hidrogênio verde de menor custo do mundo, atendendo tanto à demanda interna quanto aos mercados internacionais.

Os investimentos já confirmados reforçam essa tendência de concentração territorial. Conforme Oliveira (2022), o **Complexo Industrial e Portuário do Pecém**, no Ceará, destaca-se como o principal polo de atração de projetos de hidrogênio verde no país¹⁵.

¹⁵De acordo com os dados apresentados no relatório *Panorama do Hidrogênio no Brasil* (OLIVEIRA, 2022: p.31-32), o Porto do Pecém concentra o maior volume de investimentos privados voltados ao hidrogênio verde, reunindo aportes de empresas australianas, holandesas, francesas e portuguesas que, em conjunto, ultrapassam US\$ 20 bilhões. Além disso, o relatório registra um investimento de US\$ 3,8 milhões da empresa francesa Qair no Porto de Suape (Pernambuco), e a previsão de US\$ 3,2 bilhões em investimentos da empresa australiana Fortescue no Porto do Açu (Rio de Janeiro). A tabela apresentada pelo relatório também menciona empresas brasileiras que pretendem direcionar investimentos ao Porto do Pecém; entretanto, os valores previstos para esses aportes não foram informados.

Além da disponibilidade de recursos renováveis, a região tem atraído empresas transnacionais dos setores energético, químico e tecnológico, consolidando-se como um espaço estratégico para a produção e exportação de hidrogênio e seus derivados. A predominância de atores estrangeiros sugere que a expansão do hidrogênio verde no Brasil está articulada a dinâmicas globais e reconfiguração das cadeias produtivas, inserindo territórios locais em novas redes de circulação de capital, infraestrutura e energia.

A consolidação dessa nova fronteira energética envolve uma ampla rede de atores públicos e privados. Entre as **empresas transnacionais** presentes nos projetos brasileiros se destacam: Fortescue, Enegix, White Martins, Linde, Siemens Energy, TotalEnergies, Engie, Neoenergia, EDP e a agência de cooperação alemã GIZ. Entre as **empresas nacionais** figuram Eneva, Diferencial Energia, H2Helium Energia, Casa dos Ventos, Nexway, Cummins New Power e Unipar (OLIVEIRA, 2022, p. 31-32). Além desses atores, também aparecem instituições governamentais responsáveis pela formulação de políticas e pela regulação do setor, como o Ministério de Minas e Energia (MME) e a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

No plano institucional, observa-se um processo crescente de regulamentação e incentivo à cadeia do **hidrogênio de baixa emissão**. Entre os principais instrumentos destacam-se o **Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2)**, a iniciativa **H2 Brasil**, a **Lei nº 14.948/2024**, que estabelece o marco legal do **hidrogênio de baixa emissão**, e a **Lei nº 15.103/2025**, voltada à promoção da **transição energética**. Em conjunto, essas medidas indicam o esforço do Estado brasileiro para criar condições regulatórias, financeiras e tecnológicas capazes de impulsionar a inserção do país na economia global do hidrogênio.

No Chile, foram identificados 83 projetos relacionados ao hidrogênio verde. Desse total, 17 encontram-se em operação; a maioria corresponde a projetos de aplicação e todos possuem caráter piloto. Em termos de distribuição territorial, 31¹⁶ projetos estão localizados no norte do país, 29 na região central e 23 no sul (H2 Chile, 2024). Essa dispersão espacial reflete as distintas vantagens comparativas oferecidas pelos

¹⁶ Segundo Cabaña (2024), a região de Antofagasta concentrava 23 projetos de hidrogênio, distribuídos em diferentes estágios de desenvolvimento: 36% encontravam-se na fase de pré-viabilidade, 32% na etapa de viabilidade, 21% já haviam sido aprovados e 11% permaneciam em processo de avaliação.

territórios chilenos, especialmente o elevado potencial solar do Deserto do Atacama e os recursos eólicos da Patagônia.

A expansão do setor está alinhada às metas estabelecidas pelo governo chileno, de produzir o hidrogênio verde mais barato do mundo (BERTINAT; CHEMES, 2025). Essa estratégia apoia-se tanto na disponibilidade de recursos naturais quanto na atração de investimentos internacionais e na inserção do país nos mercados globais de energia e combustíveis de baixo carbono.

A consolidação dessa nova indústria envolve uma ampla rede de atores públicos e privados. Entre as empresas que participam do desenvolvimento de projetos no país¹⁷ destacam-se HIF Global, Engie, Enel Green Power, Linde e Acciona, articuladas a instituições como a Corporación de Fomento de la Producción (CORFO¹⁸), o Ministério da Energia e a Associação H2 Chile (ORDENES, 2025, p. 28). Assim como no caso brasileiro, observa-se também a presença da GIZ¹⁹, evidenciando o papel da cooperação internacional (STRAUTMAN; PAIM; 2025) e de atores transnacionais na promoção da economia do hidrogênio verde na América Latina.

No plano institucional, o desenvolvimento do setor é sustentado por um conjunto de instrumentos regulatórios e de planejamento. Destacam-se a **Estratégia Nacional de Hidrogênio Verde (2020)**, a **Lei Marco de Mudança Climática (Lei nº 21.455/2022)** e programas de fomento como o **PARCC**²⁰ (AEDO et al., 2024, p. 22). Em conjunto, esses elementos indicam que a expansão do hidrogênio verde não depende apenas da disponibilidade de recursos naturais, mas também da construção de marcos regulatórios, mecanismos de financiamento e coalizões institucionais capazes de viabilizar essa nova infraestrutura energética.

Apesar das diferenças observadas, ambos os casos apresentam convergências relevantes para a pesquisa. Os projetos concentram-se em regiões periféricas dotadas de elevado potencial para geração de energia renovável — o Nordeste brasileiro, o Deserto do

¹⁷ Nacionalidade dos projetos na região de Antofagasta: 57% estrangeira, 39% chilena e 4% mixta (CABAÑA, 2024).

¹⁸ *A Corporación de Fomento de la Producción* (CORFO) é uma agência pública chilena vinculada ao Ministério da Economia, Fomento e Turismo, responsável por promover o desenvolvimento econômico, a inovação, a competitividade e o empreendedorismo no país.

¹⁹ Sociedade Alemã para a Cooperação Internacional.

²⁰ *Planes Regionales de Cambio Climático*.

Atacama e a Patagônia chilena — e são apresentados como vetores de desenvolvimento econômico e inserção internacional. Tais características reforçam a pertinência da comparação entre Brasil e Chile para compreender como diferentes configurações institucionais, territoriais e infraestruturais moldam a expansão da economia do hidrogênio verde na América Latina.

Os dados apresentados permitem avançar para uma interpretação qualitativa das narrativas e disputas que acompanham a expansão do hidrogênio verde. Mais do que uma nova fonte de energia, os projetos analisados expressam diferentes visões de futuro e modelos de desenvolvimento, que podem ser compreendidos a partir da noção de imaginários sociotécnicos (JASANOFF; KIM, 2009 apud HUBERT; SPIVAK L'HOSTE, 2021) e de suas fricções territoriais (TSING, 2005).

Imaginários sociotécnicos e fricções territoriais

Segundo Hubert e Spivak L'Hoste (2021), mobilizando a formulação de Jasanoff e Kim, os **imaginários sociotécnicos** correspondem a visões coletivas de futuros desejáveis que orientam e legitimam projetos científicos, tecnológicos e políticos, moldadas por considerações tecnopolíticas locais. Esses imaginários não são apenas representações, mas discursos que articulam o interesse nacional e o bem comum, orientando políticas públicas por meio de três critérios principais: os **principais atores responsáveis**, as **missões** que os atores atribuem às políticas públicas e a identificação e **gestão dos riscos** associados (sanitários, meio ambientais, políticos e econômicos). Além disso, os autores argumentam que diferentes imaginários sociotécnicos podem coexistir simultaneamente em um mesmo contexto nacional, distinguindo-se, em particular, pela escala territorial mobilizada para definir o interesse comum e pelos parâmetros empregados na avaliação comparativa das alternativas tecnológicas. Essa perspectiva permite compreender as disputas em torno dos rumos da transição energética como disputas também sobre territórios, prioridades e formas legítimas de produzir futuros coletivos (JASANOFF; KIM, 2009, 2013 apud HUBERT; SPIVAK L'HOSTE, 2021, p.226) .

Nos levantamentos preliminares sobre o hidrogênio verde (H2V) no Brasil e no Chile, é possível identificar a manifestação desses imaginários:

Imaginário Mercantil

Este imaginário é orientado pelo mercado, tratando a energia como uma **commodity** cujo preço é definido por critérios globais. Ele busca a competitividade econômica e a atração de investidores estrangeiros.

Este imaginário aparece na estratégia brasileira para o hidrogênio visa posicionar o país como líder global na produção de hidrogênio de baixa emissão de carbono até 2030, com a expansão de projetos-piloto, fortalecimento da pesquisa, criação de um marco regulatório e desenvolvimento de hubs produtivos até 2035 (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2023). No Chile, manifesta-se através do forte aporte de capital internacional (US\$1 bilhão do Banco Mundial e Banco Europeu de Investimento) e da meta ambiciosa de produzir o hidrogênio verde mais barato do planeta até 2030 (ORDENES, 2025, p.24). Os atores principais são grandes transnacionais e agências internacionais de cooperação, como a alemã GIZ.

Imaginário Desenvolvimentista

Aqui, o setor energético é visto como um instrumento fundamental para o desenvolvimento econômico e industrial nacional, buscando a **soberania energética** e a **autonomia tecnológica**.

Este imaginário reflete-se na missão de abastecer o mercado interno, especificamente as indústrias de aço e fertilizantes no Brasil. A infraestrutura é concentrada em complexos industriais estratégicos, como os portos de Pecém e Açu. No Chile, o Estado assume um papel central de coordenação através de instituições como a CORFO e o Ministério da Energia, utilizando planos estratégicos como a Estratégia Nacional de H2 de 2020 para impulsionar o desenvolvimento nacional.

Imaginário da Justiça Socioambiental

Diferente dos anteriores, este imaginário foca em tornar a produção energética equitativa, democrática e sustentável, defendendo a **soberania popular energética**. Ele exige a participação ativa de coletivos locais e povos originários nas decisões sobre quais tecnologias usar e como repartir os benefícios e riscos territoriais.

Embora o levantamento preliminar foque em dados macroeconômicos e institucionais, o imaginário da justiça socioambiental surge como um contraponto crítico ao neoextrativismo (BRINGEL; SVAMPA, 2023), questionando se o desenvolvimento atual do setor energético realmente atende ao bem comum das populações afetadas nos territórios de implantação dos projetos.

A escolha do conceito de **fricção**, desenvolvido por Anna Tsing (2004), é central para esta pesquisa por permitir analisar a expansão do hidrogênio verde como um processo relacional, produzido nos encontros entre projetos globais de transição energética e contextos territoriais específicos. Diferentemente de abordagens que opõem escalas globais e locais, a noção de fricção evidencia que aspirações universalizantes (como a descarbonização, a neutralidade climática ou a transição energética) somente adquirem materialidade por meio de negociações, conflitos e adaptações que emergem em situações concretas.

Essa perspectiva dialoga diretamente com o conceito de **imaginários sociotécnicos** (JASANOFF; KIM apud HUBERT; SPIVAK L'HOSTE, 2021), uma vez que permite compreender como as promessas de desenvolvimento sustentável, modernização energética e soberania tecnológica são reinterpretadas quando se confrontam com as histórias, usos e formas de ocupação dos territórios. Assim, os imaginários não são entendidos como narrativas abstratas, mas como projetos que se realizam de maneira desigual, atravessados por disputas políticas, econômicas e ambientais.

A fricção também complementa a abordagem infraestrutural inspirada em Timothy Mitchell (MITCHELL; CHARBONNIER; VINCENT, 2018). Se as **infraestruturas** podem ser compreendidas como arranjos sociotécnicos que articulam recursos naturais, tecnologias, capitais e formas de governança, a fricção permite observar que tais arranjos não se estabilizam de forma linear ou consensual. Ao contrário, os projetos de hidrogênio verde tornam-se espaços privilegiados para observar os atritos produzidos entre investimentos globais, marcos regulatórios, interesses corporativos e demandas de populações locais.

Nesse sentido, a pesquisa busca compreender os hubs de hidrogênio verde como zonas de interação onde diferentes atores atribuem significados distintos a categorias aparentemente consensuais, como **sustentabilidade, desenvolvimento e transição energética**. A partir dessa perspectiva, a fricção não é entendida apenas como resistência a projetos externos, mas como o próprio processo através do qual relações de poder, alianças, conflitos e novas formas de ação política são produzidas. Tal abordagem permite analisar de que maneira a expansão da economia do hidrogênio verde reconfigura dinâmicas históricas de desenvolvimento e extrativismo na América

Latina, sem pressupor resultados homogêneos ou previamente determinados. Nessa perspectiva, o universal não é compreendido como uma categoria fixa ou uma verdade acabada, mas como uma aspiração que se constitui historicamente por meio de conexões globais desiguais e encontros contingentes, e que podem ser analisadas etnograficamente (TSING, 2005, p.7).

Bibliografia

AEDO, María Paz; SCHAEFFER, Colombina; PARKER GUMUCIO, Cristian. Perspectivas locais sobre hidrógeno verde en Antofagasta y Magallanes, Chile. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, v. 37, n. 2, p. 22-42, 2024.

AGÊNCIA FAPESP. *Estudo mapeia regiões com maior potencial para produção e uso de hidrogênio verde no Brasil*. São Paulo, 18 mar. 2025. Disponível em: [Agência FAPESP](#). Acesso em: 3 jun. 2026.

BERTINAT, Pablo; CHEMES, Jorge. El hidrógeno verde más barato del mundo. In: BERTINAT, Pablo et al. *Hidrógeno verde: ¿transición o colonialismo? Apuntes para el debate en Argentina, Uruguay y Chile*. 1. ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación Rosa Luxemburgo, 2025. p. 8-19.

BERTINAT, Pablo; SVAMPA, Maristella. *La energía en debate: ¿repetición de la historia?* Taller Ecologista, 2019. Disponible en: <https://tallerecologista.org.ar/la-energia-en-debate/>. Acesso em: 1 jun. 2026.

BRANNSTROM, Christian; GORAYEB, Adryane; LOUREIRO, Caroline Vitor; SOUZA MENDES, Jocicléa. Processos políticos e impactos socioambientais da energia eólica no litoral cearense. In: GORAYEB, Adryane; BRANNSTROM, Christian; MENDES, Jocicléa Souza (org.). *Impactos socioambientais da implantação dos parques de energia eólica no Brasil*. Fortaleza: Edições UFC, 2019. p. 45-60.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Programa Nacional do Hidrogênio reforça estratégia do Brasil para liderar a transição energética. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 28 dez. 2023. Disponível em: gov.br/MME. Acesso em: 8 jun. 2026.

BRINGEL, Breno; SVAMPA, Maristella. Del «Consenso de los Commodities» al «Consenso de la Descarbonización». *Nueva Sociedad*, n. 306, jul./ago. 2023. Disponível em: <https://nuso.org>. Acesso em: 1 jun. 2026.

BUDDS, Jessica. La demanda, evaluación y asignación del agua en el contexto de escasez: un análisis del ciclo hidrosocial del valle del río La Ligua, Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, Santiago, n. 52, p. 167-184, 2012.

CABANA, Gabriela. Hidrógeno verde, situación e impactos en Calama y la región de Antofagasta. Apresentação realizada no Taller con expertos y líderes locales promovido pela Fundación Tantí, 2 out. 2024. YouTube. Disponível em: . Acesso em: 1 jun. 2026.

CHILE. Ministerio de Hacienda. Ministerio de Hacienda expone liderazgo regional de Chile en financiamiento climático. Santiago: Ministerio de Hacienda, 2025. Disponível em: [Ministerio de Hacienda de Chile](#). Acesso em: 2 jun. 2026

COSTA, Juliane Caputo. *Impactos ambientais de complexos eólicos e de parques solares: uma outra realidade na fase de operação?* Trabalho de Graduação em Engenharia Ambiental – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

EIXOS. *Brasil soma R\$ 454 bilhões em investimentos anunciados em hidrogênio verde*. 2025. Disponível em: <https://eixos.com.br/transicao-energetica/brasil-soma-r-454-bilhoes-em-investimentos-a-nunciados-em-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 3 jun. 2026.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). *Matriz energética e elétrica*. ABCD Energia. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 1 jun. 2026.

PAIM, Elisângela Soldateli; FURTADO, Fabrina. Introdução. In: _____ (orgs.). *Em nome do clima: mapeamento crítico. Transição energética e financeirização da natureza*. São Paulo: Fundação Rosa Luxemburgo, 2024. p. 9-21.

GARRIDO, Santiago; RUGGERI, Emilia. *De la ilusión al desencanto. Trayectoria socio-técnica de la industria eólica de alta potencia en Argentina (2005-2023)*. In:

PICABEA, Facundo (ed.). *Tecnologías de conocimiento intensivas*. EdUNLu, 2024. ISBN 978-631-00-3417-1

GARRIDO, Santiago; RECALDE, Marina. Transición energética justa: una mirada desde América del Sur. In: GARRIDO, Santiago (comp.). *Transición energética en Sudamérica: discusión conceptual, políticas públicas y experiencias locales*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes, 2022. p. 15-64.

HUBERT, Matthieu; SPIVAK L'HOSTE, Ana. Los imaginarios sociotécnicos de las políticas de producción de energía eléctrica en Argentina. *Revista CTS*, v. 16, n. 47, p. 223-250, jul. 2021.

H2 CHILE. H2 Chile – Asociación Chilena del Hidrógeno. Santiago: H2 Chile, [s.d.]. Disponible em: [H2 Chile](https://h2chile.cl/). Acceso em: 2 jun. 2026.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Chile: countries & regions*. Paris: IEA. Disponible em: <https://www.iea.org/countries/chile>. Acceso em: 1 jun. 2026.

MITCHELL, Timothy; CHARBONNIER, Pierre; VINCENT, Julien. Estudiar infraestructuras para abrir las cajas negras de la política. Entrevista a Timothy Mitchell. *Tracés. Revue de Sciences Humaines*, n. 35, 2018. Disponible em: <http://journals.openedition.org/traces/8499>. Acceso em: 9 nov. 2021. DOI: <https://doi.org/10.4000/traces.8499>.

OLIVEIRA, Rosana Cavalcante de. Panorama do hidrogênio no Brasil. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2022. (Texto para Discussão, n. 2787). Disponible em: [Repositório Ipea](https://repositorio.ipea.gov.br/handle/123456789/12345). Acceso em: 1 jun.2026.

ORDENES, Karen Ardiles. Estrategia Nacional d e Hidrógeno Verde: Chile al servicio de la transición energética del Norte Global . In: BERTINAT, Pablo et al. *Hidrógeno verde: ¿transición o colonialismo? Apuntes para el debate en Argentina, Uruguay y Chile*. 1. ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación Rosa Luxemburgo, 2025. p. 22-33.

SCHÖNEICH, Svenja. Cuando la tierra explotó: comunidad y territorio cambiantes por la extracción de petróleo en México. In: ESTUDIOS SOBRE MEDIO AMBIENTE Y

SOSTENIBILIDAD: UNA MIRADA DESDE COLOMBIA. Bogotá: Universidad Santo Tomás, 2020. p. 457-483.

STRANG, Veronica. Relaciones infraestructurales: agua, poder político y el surgimiento de un nuevo régimen despótico. *Revista Colombiana de Antropología*, v. 55, n. 1, p. 167-212, jan./jun. 2019.

STRAUTMAN, Gabriel Gomes; PAIM, Elisangela. A política energética alemã no Brasil: um olhar crítico sobre o hidrogênio verde e suas implicações neocoloniais. In: PAIM, Elisangela; FURTADO, Fabrina (org.). *Energía e neocolonialismo*. São Paulo: Funilaria, 2025. p. 10-41.

TSING, Anna Lowenhaupt. *Friction: an ethnography of global connection*. Princeton: Princeton University Press, 2005.