

OS MARCOS DO HIDROGÊNIO VERDE, O POTENCIAL E OS DESAFIOS DO CEARÁ

Introdução

É desnecessário dizer que o Planeta se encontra em estágio crítico de sobrecarga de aquecimento. Mudanças climáticas impactam em eventos extremos cada vez mais recorrentes, ocasionando tragédias de grande envergadura nos mais diferentes continentes, inclusive na América do Sul, e, subsequentemente, no Brasil¹. Em vista disso, se vê necessário apostar em novas matrizes energéticas limpas, menos danosas à natureza. É aí onde se abre a alternativa para o uso da tecnologia do Hidrogênio Verde², em torno da qual o país figura como promissor produtor e exportador devido às suas peculiaridades geográficas, seu potencial de desenvolvimento e sua recente estrutura normativa, inaugurada com a entrada em vigor a Lei n. 14.948, de 2 de agosto de 2024.

O marco nacional

A Lei n. 14.948, de 2 de agosto de 2024, institui o Marco Legal do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (HBEC); dispõe sobre a Política Nacional do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono; institui incentivos para a indústria do hidrogênio de baixa emissão de carbono; institui o Regime Especial de Incentivos para a Produção de Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (Rehidro); cria o Programa de Desenvolvimento do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (PHBC); e altera as Leis n. 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e 9.478, de 6 de agosto de 1997.

A norma é dividida em cinco capítulos, sendo o primeiro destinado às disposições gerais, o segundo à política nacional do hidrogênio de baixa emissão de carbono, o terceiro aos instrumentos da política nacional do hidrogênio de

¹ Em fevereiro deste ano de 2025, chuvas torrenciais alegaram a cidade de Fortaleza inúmeras vezes. (DN, 2025). Na Zona Metropolitana da capital cearense Aquiraz sofreu a maior chuva da histórica da cidade, com os pluviômetros coletando 172mm de água (G1, 2025). No outro lado do país, na Cidade Maravilhosa, recordes de sensação térmica foram batidos. O Sistema Alerta Rio registrou pico de 44°C. (CNN Brasil, 2025). Em 2024, o estado foi castigado com termômetros superando várias vezes os 40°, alcançando sensação térmica de 62,3° (G1, 2024). Um ano atrás, o Rio Grande do Sul foi vitimado por tragédia de enchentes decorrentes de fortes chuvas, que ocasionou a destruição de várias cidades, entre as quais Porto Alegre, causando centenas de mortes (CNN Brasil, 2024). Dificilmente o povo brasileiro não se recordará das tragédias decorrentes dos rompimentos das barragens de Mariana, em 2019 (G1, 2023) e de Brumadinho, em 2023 (G1, 2023), ambas também deixando saldo negativo exuberante de vidas perdidas. Ainda vê-se vívida a lembrança das queimadas na Amazônia, de 2024, que geraram enormes nuvens de fumaça, acinzentando e poluindo os céus de parte considerável das cidades da região, alcançando até o Nordeste (G1, 2024).

² “O uso energético do hidrogênio, hoje realizado de forma marginal, deverá ser ampliado nas próximas décadas, motivado por questões ambientais, centradas na necessidade de se reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa”. (SILVA, 2012, p. 99)

baixa emissão de carbono, o quarto às alterações legislativas e o quinto às disposições finais.

Em termos gerais, a Lei nº 14.948/2024, estabelece a Política Nacional do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono, estruturada em torno dos seguintes princípios: I - respeito à neutralidade tecnológica na definição de incentivos para produção e usos do hidrogênio de baixa emissão de carbono; II - inserção competitiva do hidrogênio de baixa emissão de carbono na matriz energética brasileira para sua descarbonização; III - previsibilidade na formulação de regulamentos e na concessão de incentivos para expansão do mercado; IV - aproveitamento racional da infraestrutura existente dedicada ao suprimento de energéticos; e V - fomento à pesquisa e desenvolvimento do uso do hidrogênio de baixa emissão de carbono.

Tal Política, que integra a Política Energética Nacional de que trata a Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, tem como escopo: I - preservar o interesse nacional; II - incentivar as diversas rotas de produção de hidrogênio de baixa emissão de carbono e seus derivados, de forma a valorizar as múltiplas vocações econômicas nacionais; III - promover o desenvolvimento sustentável e ampliar o mercado de trabalho das cadeias produtivas do hidrogênio de baixa emissão de carbono e seus derivados; IV - promover as aplicações energéticas do hidrogênio de baixa emissão de carbono e seus derivados e valorizar seu papel como vetor da transição energética em diversos setores da economia nacional; V - valorizar o uso do hidrogênio de baixa emissão de carbono e seus derivados para suprimento do mercado interno e para fins de exportação; VI - proteger os interesses do consumidor quanto a preço, qualidade e oferta estável e perene do hidrogênio de baixa emissão de carbono e seus derivados; VII - proteger o meio ambiente, promover a conservação de energia e mitigar as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e de poluentes nos consumos energético e industrial; VIII - incentivar o fornecimento de hidrogênio de baixa emissão de carbono e seus derivados em todo o território nacional; IX - promover a livre concorrência; X - atrair e incentivar investimentos nacionais e estrangeiros para a produção de hidrogênio de baixa emissão de carbono e seus derivados; XI - ampliar a competitividade do País no mercado internacional; XII - promover, em bases econômicas, sociais e ambientais, a participação do hidrogênio de baixa emissão de carbono e seus derivados na matriz energética nacional; XIII - fomentar iniciativas de produção de hidrogênio de baixa emissão de carbono e seus derivados para exportação ou uso em cadeias produtivas diversas com vistas a agregar valor a produtos nacionais; XIV - atrair investimentos em infraestrutura para transporte e estocagem do hidrogênio de baixa emissão de carbono e seus derivados; XV - fomentar a pesquisa e o desenvolvimento relacionados aos usos do hidrogênio de baixa emissão de carbono e seus derivados para fins energéticos e industriais; XVI - fomentar a transição energética com vistas ao cumprimento das metas do Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e demais tratados internacionais congêneres; XVII - promover a cooperação nacional e internacional para implementação de ações com vistas ao cumprimento dos compromissos e das metas de mitigação das mudanças climáticas globais; XVIII

- fomentar a cadeia nacional de suprimento de insumos e de equipamentos para fabricação do hidrogênio de baixa emissão de carbono; XIX - estimular a celebração de parcerias público-privadas para desenvolvimento de projetos de hidrogênio de baixa emissão de carbono; e XX - fomentar o desenvolvimento da produção nacional de fertilizantes nitrogenados provenientes do hidrogênio de baixa emissão de carbono com o objetivo de reduzir a dependência externa e de garantir a segurança alimentar.

São instrumentos da Política Nacional do Hidrogênio Verde: I - o Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2); II - o Programa de Desenvolvimento do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (PHBC); III - a certificação do hidrogênio de baixa emissão de carbono; IV - o Regime Especial de Incentivos para a Produção de Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (Rehidro); V - a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias para produção de hidrogênio de baixa emissão de carbono; VI - os incentivos fiscais, financeiros, creditícios e regulatórios legalmente instituídos.

Para implantação de tais instrumentos a Lei prevê como agentes responsáveis os órgãos públicos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios que tenham competências relacionadas à consecução de seus objetivos, além de outros órgãos previstos na Lei. O órgão da administração federal direta responsável pela condução da política energética será competente para propor ao Conselho Nacional de Políticas Energéticas (CNPE) os parâmetros técnicos e econômicos para a elaboração dos fundamentos da Política Nacional do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono, assim como o plano de trabalho destinado à implementação, ao monitoramento e à avaliação dos instrumentos de que trata a Lei.

O Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2) terá competências, diretrizes e atribuições instituídas em regulamento e em diretrizes do Conselho Nacional de Políticas Energéticas (CNPE), que deverão incluir a execução da Política Nacional do Hidrogênio Verde. Um Comitê Gestor do Programa Nacional do Hidrogênio (Coges-PNH2), será responsável por: I - estabelecer as diretrizes para execução da Política Nacional do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono, observado o que for estabelecido pelo CNPE e pela correspondente Lei; II - participar e coordenar ações e políticas públicas de incentivo ao desenvolvimento da indústria do hidrogênio de baixa emissão de carbono; III - expedir a orientação superior das políticas de produção e usos e aplicações do hidrogênio de baixa emissão de carbono e seus derivados.

O Coges-PNH2 será integrado por até 15 (quinze) representantes de órgãos do Poder Executivo, além de 1 (um) representante dos Estados e do Distrito Federal; 1 (um) representante da comunidade científica; e 3 (três) representantes do setor produtivo, os quais serão escolhidos em norma própria a ser definida em regulamento.

Segundo a Lei, os empreendimentos e as atividades nela incluídas deverão adotar medidas para gestão de risco de acidentes ou desastres a serem

prevenidas e mensuradas pelo Estudo de Análise de Risco (EAR), o Plano de Gerenciamento de Risco (PGR) e o Plano de Ação de Emergência (PAE). Tais instrumentos, a serem viabilizados em regulamento próprio, serão exigidos pelo órgão regulador das atividades de produção e de usos e aplicações do hidrogênio e pelos órgãos responsáveis pelo licenciamento ambiental.

As atividades de produção de hidrogênio, seus derivados e carreadores serão exercidas por empresas ou consórcios de empresas constituídas sob as leis brasileiras, com sede e administração no País, que tenham obtido autorização do órgão regulador competente. Essa autorização deverá ser concedida pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), respeitadas as atribuições das demais agências reguladoras conforme as fontes utilizadas no processo de produção.

É permitida a transferência da titularidade da autorização, mediante prévia e expressa aprovação pela ANP, desde que o novo titular atenda aos requisitos previstos na Lei. A autorização poderá ser dispensada em relação ao volume produzido e ao uso do hidrogênio como insumo, assegurada a exigência de registro da atividade no órgão regulador.

O arranjo denominado sandbox regulatório, de que trata o inciso II do caput do art. 2º da Lei Complementar nº 182, de 1º de junho de 2021, poderá ser utilizado para a elaboração de normativos relacionados às atividades previstas na Lei. O órgão regulador poderá adotar soluções individuais que visem ao atendimento do disposto na Lei até que seja editada regulação específica, competindo à ANP regular, autorizar e fiscalizar o exercício da atividade de exploração e de produção de hidrogênio natural no território nacional. As modalidades de outorga que serão praticadas para fins de exploração e produção de hidrogênio natural no território nacional serão estabelecidas em regulamento próprio.

As atividades relacionadas ao carregamento, ao processamento, ao tratamento, à importação, à exportação, à armazenagem, à estocagem, ao acondicionamento, ao transporte, à transferência, à revenda e à comercialização de hidrogênio, seus derivados e carreadores poderão ser exercidas por empresas ou consórcios de empresas constituídas sob as leis brasileiras, com sede e administração no País, que solicitem autorização à ANP. Os agentes que obtiverem autorização para produção de hidrogênio prevista no art. 11 desta Lei terão prioridade na tramitação dos pedidos de autorização previstos no caput deste artigo.

O Marco Legal do Hidrogênio Verde institui o Sistema Brasileiro de Certificação do Hidrogênio (SBCH2), para promover a utilização do hidrogênio de forma sustentável a partir das informações contidas em certificado emitido por empresa certificadora ao produto hidrogênio e derivados. Tal certificado será emitido para informar a intensidade de emissões relativas à cadeia do produto hidrogênio. Esse sistema de certificação será de adesão voluntária pelos produtores de hidrogênio ou seus derivados produzidos no território nacional e poderá ser utilizado para fins de reporte e de divulgação. As regras de

governança estabelecidas no SBCH2 serão de cumprimento obrigatório para todos os agentes econômicos da cadeia de valor de hidrogênio que desejarem emitir certificação para o hidrogênio ou seus derivados produzidos no território nacional. A certificação para utilização do hidrogênio de origem importada será regulamentada por norma específica de reconhecimento de certificação adotada no território de origem.

O SBCH2 terá a seguinte estrutura:

a) a autoridade competente, que será a instância responsável por estabelecer as diretrizes de políticas públicas relacionadas à certificação do hidrogênio no território nacional e responsável por supervisionar o SBCH2, com competências para: I - definir os regulamentos para implementação das diretrizes para a certificação do hidrogênio, em alinhamento ao estabelecido pelo CNPE; II - estabelecer padrões e requisitos mínimos para o processo de certificação do hidrogênio; III - estabelecer as responsabilidades e as obrigações das empresas certificadoras credenciadas; IV - fiscalizar a movimentação do hidrogênio comercializado, de forma a verificar sua adequação à certificação; V - fiscalizar as empresas certificadoras credenciadas; e VI - definir e aplicar sanções administrativas e pecuniárias cabíveis, conforme previsão em regulamento;

b) a autoridade reguladora;

c) empresa certificadora, sendo importante salientar que a instituição privada que atenda aos requisitos estabelecidos pela autoridade reguladora e que seja credenciada pela instituição acreditadora poderá atuar como empresa certificadora, instância responsável pela emissão do certificado de hidrogênio. Uma vez acreditada a empresa certificadora realizará a avaliação de conformidade, com o intuito de verificar a conformidade do hidrogênio produzido com as normas estabelecidas. A empresa certificadora é obrigada a enviar as informações relativas a cada certificado emitido à gestora dos registros do SBCH2;

d) a instituição acreditadora, que será a instância responsável pelo credenciamento das empresas certificadoras ao processo de certificação do hidrogênio, com as seguintes competências: I - estabelecer os procedimentos para o credenciamento das empresas certificadoras; II - proceder ao credenciamento das empresas certificadoras, por ato administrativo próprio ou mediante instrumento específico; III - disponibilizar e manter atualizada a relação de empresas certificadoras credenciadas em sítio eletrônico; e IV - auditar os certificados de hidrogênio emitidos pelas empresas certificadoras;

e) a gestora de registros, que será a instância responsável pela gestão da base de dados nacional de registros de certificados de hidrogênio com competência para registro, guarda, contabilização e disponibilização das informações dos certificados emitidos para fins de auditoria, devendo manter sistema informatizado e plataforma eletrônica pública de acesso à base de dados

e, outrossim, devendo garantir aos compradores a verificação da autenticidade do registro do certificado de hidrogênio emitido;

- f) o produtor; e
- g) o comprador.

Para os fins da Lei, a certificação do hidrogênio adotará a intensidade de emissões de GEE relacionada ao hidrogênio produzido no território nacional como atributo, com base em análise do ciclo de vida. Os certificados de hidrogênio emitidos para o hidrogênio produzido no território nacional deverão resguardar a integralidade ambiental, assegurada a inexistência de dupla contagem. Selos de enquadramento para o hidrogênio produzido no território nacional poderão ser emitidos pelas empresas certificadoras, conforme critérios estabelecidos em regulamento. A certificação do hidrogênio produzido no território nacional terá como referência o PBCH2, o qual será estabelecido em regulamento e deverá conter, no mínimo: I - o modelo de cadeia de custódia que será adotado; II - o escopo das emissões de GEE que será considerado; III - as fronteiras do sistema de certificação; IV - as unidades certificáveis que serão reportadas no certificado; V - os critérios para suspensão dos certificados de hidrogênio emitidos; VI - os critérios para cancelamento dos certificados de hidrogênio emitidos; VII - os instrumentos de flexibilidade que poderão ser adotados em casos de perda temporária de especificação do hidrogênio; e VIII - a informação sobre emissão negativa no processo produtivo, quando couber.

A autoridade reguladora deverá prever mecanismos de interoperabilidade e de harmonização com padrões internacionais de certificação de hidrogênio e poderá estabelecer regras para reconhecimento de certificado para o hidrogênio e seus derivados que forem objeto de importação, observados os objetivos da Política Energética Nacional.

Finalmente também é instituído pelo Marco Legal do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono, o Regime Especial de Incentivos para a Produção de Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (Rehidro), a fim de fomentar o desenvolvimento tecnológico e industrial, a competitividade e a agregação de valor nas cadeias produtivas nacionais, nos termos desta Lei. A forma de habilitação e coabilitação ao Rehidro será regulamentada pelo Poder Executivo, devendo estabelecer, como requisito para a habilitação: I - percentual mínimo de utilização de bens e serviços de origem nacional no processo produtivo, dispensada a exigência quando inexistir equivalente nacional ou quando a quantidade produzida for insuficiente para atendimento da demanda interna; II - investimento mínimo em pesquisa, desenvolvimento e inovação. Os incentivos tributários aos beneficiários do Rehidro terão vigência de 5 (cinco) anos, a partir de 1º de janeiro de 2025.

O Poder Executivo estabelecerá metas e objetivos a serem alcançados por meio da concessão dos incentivos do Rehidro. Designará também o órgão gestor responsável pelo acompanhamento e pela avaliação do

benefício tributário quanto à consecução das metas e dos objetivos estabelecidos.

Será beneficiária do Rehidro a pessoa jurídica que, no prazo de até 5 (cinco) anos, a partir de 1º de janeiro de 2025, seja habilitada para a produção de hidrogênio de baixa emissão de carbono, nos termos de regulamento, podendo ser beneficiária a pessoa jurídica coabilitada que: I - exerce atividade de acondicionamento, de armazenamento, de transporte, de distribuição ou de comercialização de hidrogênio de baixa emissão de carbono; II - dedique-se à geração de energia elétrica renovável para a produção de hidrogênio de baixa emissão de carbono e atenda aos critérios previstos nesta Lei; ou III - dedique-se à produção de biocombustíveis (etanol, biogás ou biometano) para a produção de hidrogênio de baixa emissão de carbono. Também poderá requerer a habilitação ao Rehidro a pessoa jurídica que já atue na produção de hidrogênio de baixa emissão de carbono na data de publicação do Marco, de acordo com regulamento.

As pessoas jurídicas optantes pelo Regime Especial Unificado de Arrecadação de Tributos e Contribuições devidos pelas Microempresas e Empresas de Pequeno Porte (Simples Nacional), de que trata a Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006, não poderão aderir ao Rehidro.

A adesão ao Rehidro e a permanência nesse regime ficam condicionadas à regularidade fiscal da pessoa jurídica em relação aos impostos e às contribuições administradas pela Secretaria Especial da Receita Federal do Brasil do Ministério da Fazenda. São permitidos o ingresso no Rehidro e o aproveitamento desse regime pelas empresas instaladas em Zonas de Processamento de Exportação (ZPEs), sem prejuízo dos benefícios estabelecidos na Lei nº 11.508, de 20 de julho de 2007.

Os beneficiários do Rehidro deverão aplicar percentual mínimo, a ser definido em regulamento, em projetos de desenvolvimento sustentável de transição energética localizados no País. Aplicam-se aos beneficiários os benefícios fiscais de que tratam os arts. 3º, 4º e 5º da Lei nº 11.488, de 15 de junho de 2007.

O disposto no art. 2º da Lei nº 12.431, de 24 de junho de 2011 aplica-se às debêntures emitidas por beneficiário do Rehidro destinadas à captação de recursos com vistas a implementar ou a expandir projetos relacionados às atividades de que tratam o caput e o § 1º do art. 27 da Lei.

Vê-se, portanto, que o Marco Legal do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono estabelece as bases sobre a qual se estruturará a política de desenvolvimento do hidrogênio verde. Contudo, são bases legais que dependem, todavia, de regulamentos posteriores. Além disso, explica o professor Enio Pontes (Jornal da Ciência, 2025) que “*o Brasil ainda enfrenta desafios básicos, como cortes orçamentários em C&T, fragilizando o potencial de contribuição científica no combate à crise climática*”. Segundo o autor, o

investimento em pesquisa na área representa tão-somente 1,2% do PIB do país, abaixo da média global, de 1,8%.

Na contramão do Brasil, diversos países já estão em estágio adiantado de produção e comercialização de hidrogênio verde, em especial, Alemanha, Japão, Estados Unidos, Chile e Austrália, é o que afirmam Lustosa, Marotta e Paes de Barros (2024, p. 140).

Para Sena e Araújo, o *hub* que figura como melhor referência de hidrogênio de baixo carbono no mundo, considerando sua maturidade de investimento, tamanho de produção anual e desenvolvimento é o HEAVENN, da Holanda³. Mas o Brasil também tem potencial para tornar-se um *hub* global de produção e exportação da nova energia⁴. Para as autoras, são *hubs* promissores para capitanear a comercialização no país: o Porto de Açu, no Rio de Janeiro, que é o maior complexo portuário industrial de águas profundas da América Latina; o Porto de Aratu, na Bahia, que possui carga tributária similar à do Porto de Açu; o Porto de Suape, em Pernambuco, que é um dos portos mais modernos e movimentados da América Latina, com águas calmas e profundas, e que conta com alíquota de ICMS reduzida (20,5%); o Porto de Rio Grande, no Rio Grande do Sul, que se destaca por estar próximo aos países do Mercosul; por fim, o Porto do Pecém, no Ceará (2024, p. 193)

Importante levar em consideração que o Brasil se encontra em pleno curso de aculturação em termos de renovabilidade de matriz energética. Galvão, Evangelista, Negrão e Navarro (2023, p. 384) lembra que:

“De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEM) de 2022, no ano base 2021, publicado pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE, a matriz brasileira atingiu 78,1% de renovabilidade, enquanto a média do mundo ficou e 26,6%”.

No caso do Hidrogênio Verde, os autores lecionam que, pelo potencial do parque gerador nacional, há ampla possibilidade de implantação de novas usinas de geração de fonte renovável.

O Ceará

Na visão de Sena e Araújo (2024, p. 194), dentre as alternativas enumeradas para *hubs* no Brasil, o Porto do Pecém, na Região Metropolitana de Fortaleza, se destaca no cenário nacional por possuir a ZPE Ceará em operacionalidade e oferecendo benefícios significativos como a suspensão do Imposto de Importação (II) e do Imposto sobre Produto Industrializado (IPI), além de isenção do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS), com alíquota de 20% conforme a Lei do Estado do Ceará nº

³ As autoras também elencam os *hubs*: Green Hydrogen Antofagasta (Chile), CQ-H2 Hydrogen (Austrália), Basque Hydrogen Corridor (Espanha) e HyVelocity H2Hub (Estados Unidos) (2024, p. 184).

⁴ Galvão, Evangelista, Negrão e Navarro aduzem que “O Brasil possui uma posição privilegiada nesse

18.665/2023. O porto cearense, administrado pela Companhia de Desenvolvimento do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP S/A), opera 24 horas por dia, o ano todo, e está estrategicamente localizado para atender a demanda europeia.

Ademais, sendo uma ZPE, o *hub* cearense trabalha com alíquota zero sobre a exportação do hidrogênio verde. Não custa sublinhar que, no Brasil, além do Piauí, apenas o Ceará possui uma ZPE em pleno funcionamento, “*apesar desse sistema constar na legislação brasileira desde 1980*” (Diário do Nordeste, 2025). A bem da verdade, o governo cearense já trabalha pela viabilização de uma segunda ZPE no Estado, localizada na Praia do Futuro, em plena Fortaleza. (Diário do Nordeste, 2025)

A ideia do potencial cearense vai ao encontro do que mensuram Galvão, Evangelista, Negrão e Navarro (2023, p. 386):

“Hub-CIPP é formado da parceria entre a Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC), a Universidade Federal do Ceará (UFC), o Banco Mundial e a agência alemã GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit). O projeto é considerado estratégico para o desenvolvimento da cadeia de produção, distribuição, armazenagem e transporte do hidrogênio verde, pois, entre outros motivos, (i) está localizado em uma região que possui grande potencial de geração de energia renovável; (ii) possui conexão com as principais rotas marítimas ligadas à Europa e América do Norte; e (iv) possui parque industrial instalado com empresas que são potenciais consumidoras de hidrogênio verde (aço, fertilizantes, cimento, mineração etc.)”.

No que toca aos marcos legislativos cearenses sobre o hidrogênio verde, cumpre salientar que, desde 2023, o estado possui uma lei vetor para o gênero, a Lei estadual n. 18.459, de 7 de setembro de 2023 (DOE 11.07.2023), que institui a política estadual do hidrogênio verde, sustentável e seus derivados no âmbito do estado do Ceará e cria o conselho estadual de governança e desenvolvimento da produção de hidrogênio verde, sustentável e seus derivados.

A lei cearense enumera como fundamentos da exploração e desenvolvimento da produção, do transporte e da armazenagem do hidrogênio verde, sustentável e seus derivados: I – o interesse nacional; II – a utilidade pública; III – a segurança jurídica e o respeito aos contratos; IV – a segurança energética e alimentar, respeitados os fundamentos de justiça social e climática; V – a proteção e a defesa do meio ambiente; VI – a responsabilidade quanto aos impactos e às externalidades; VII – a promoção de uma reindustrialização verde, mediante o desenvolvimento de uma economia de baixo carbono e de base sustentável; VIII – a economicidade do uso dos recursos naturais de forma intergeracional; IX – a garantia a todos, da presente e das futuras gerações, do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e da sadia qualidade de vida, visando assegurar condições ao desenvolvimento sustentável, com justiça social, proteção da dignidade da vida humana e geração de emprego; X – o combate à pobreza energética; e XI – a transição energética.

Já como objetivos da Política Estadual do Hidrogênio Verde, Sustentável e seus Derivados, elenca a norma: I – aumentar a participação do hidrogênio verde na matriz energética do Estado; II – contribuir para a diminuição da emissão de carbono e, por conseguinte, para o enfrentamento das mudanças climáticas; III – fomentar a produção de estudos e pesquisas sobre o hidrogênio verde no Estado; IV – estimular, apoiar e fomentar a cadeia produtiva do hidrogênio verde no Estado; V – estabelecer regras, procedimentos e incentivos que auxiliem o desenvolvimento da cadeia produtiva do hidrogênio verde no Estado; VI – atrair investimentos em infraestrutura para a produção, distribuição e comercialização do hidrogênio verde no Estado; VII – impulsionar o desenvolvimento tecnológico voltado ao fortalecimento da cadeia produtiva do hidrogênio verde; VIII – envidar esforços para democratizar e viabilizar o acesso e o uso da energia elétrica à população residente no meio rural, prioritariamente por meio de redes de distribuição de energia elétrica; IX – reduzir as desigualdades sociais e regionais do Ceará, promover a inclusão social e produtiva de comunidades vulneráveis, e promover a cidadania e a qualidade de vida no meio rural, por meio do combate à pobreza energética; X – incentivar e promover a descarbonização energética por meio da utilização de fontes de energia limpa e renovável para a geração de energia elétrica para o Estado do Ceará.

Para o alcance dos objetivos legais, o estado do Ceará poderá promover as seguintes iniciativas, sem prejuízo de outras alinhadas aos objetivos da Política Estadual do Hidrogênio Verde, Sustentável e seus Derivados: I – realização de pesquisas sobre o hidrogênio verde, inclusive por meio da celebração de parcerias com instituições públicas e privadas com atuação voltada ao desenvolvimento tecnológico de sua cadeia produtiva; II – realização de estudos e estabelecimento de metas, normas, programas, planos e procedimentos que visem ao aumento da participação da energia de hidrogênio na matriz energética do Estado; III – incentivo ao uso de hidrogênio verde no transporte público, agricultura, indústria e em outros segmentos produtivos; IV – destinação de recursos financeiros ao custeio de atividades, programas e projetos no âmbito da cadeia produtiva do hidrogênio verde; V – adoção de instrumentos de incentivos fiscais e/ou creditícios que possibilitem a pesquisa, produção e aquisição de equipamentos e materiais empregados na cadeia produtiva do hidrogênio verde; VI – firmar convênios com instituições públicas e privadas e financiar pesquisas e projetos que visem: a) ao desenvolvimento tecnológico e à redução de custos de sistemas de energia a base de hidrogênio renovável; b) à capacitação de recursos humanos para a elaboração, a instalação e a manutenção de projetos de sistemas de energia a base de hidrogênio renovável; VII – implementação de parcerias voltadas à qualificação de mão de obra local para atuação na cadeia produtiva do hidrogênio verde; VIII – incentivo ao uso de hidrogênio renovável no transporte público, na indústria e na agricultura; IX – ampliação da oferta de cursos profissionalizantes na área de energias renováveis nas escolas estaduais de educação profissional e nas escolas de ensino médio em tempo integral, mantidas pela Secretaria da Educação do Estado do Ceará.

A lei cria o Conselho Estadual de Governança e Desenvolvimento da Produção de Hidrogênio Verde, Sustentável e seus Derivados, com competência para discutir estratégias, definir diretrizes e ações voltadas ao incentivo à cadeia de produção de hidrogênio verde, sustentável e seus derivados no Estado, contribuindo com o desenvolvimento da economia de baixo carbono, que, sem prejuízo da participação como convidados de outros órgãos ou entidades públicas ou privadas, bem como de federações ou associações representativas de setores econômicos com interesse na discussão sobre o hidrogênio verde, provocados pela Secretaria da Casa Civil, será composto por representantes dos seguintes órgãos estaduais: I – Governador do Estado; II - Secretário de Estado Chefe da Casa Civil; III – Secretário da Fazenda; IV – Procurador-Geral do Estado; V – Secretário do Desenvolvimento Econômico; VI – Secretário da Infraestrutura; VII – Secretário da Ciência, Tecnologia e Educação Superior; VIII – Secretário das Relações Internacionais; IX – Companhia de Desenvolvimento do Complexo Industrial e Portuário do Pecém; X – Secretaria do Meio Ambiente e das Mudanças Climáticas; XI – Secretaria dos Povos Indígenas; XII – Secretaria dos Direitos Humanos; XIII – Assembleia Legislativa do Estado do Ceará, como convidada; XIV – Ministério Público do Estado do Ceará, como convidado.

O Conselho poderá convocar autoridades ou técnicos do Estado para contribuir com suas reuniões. Incumbirá à Casa Civil acompanhar os trabalhos do Conselho, dando-lhe o suporte necessário.

De maneira ímpar e responsável a lei estipula que, em se tratando da discussão de pautas que englobem comunidades indígenas, quilombolas e tradicionais, diretamente afetadas por projetos de hidrogênio verde, estas deverão ser convidadas a participar de reunião extraordinária do Conselho convocada para este fim. Também segundo a lei, as atividades de produção, processamento, armazenamento, transporte e de geração de energia elétrica a partir do hidrogênio verde, sustentável e seus derivados se submetem a licenciamento ambiental, na forma da legislação aplicável. Além disso, as operações de produção, processamento, armazenamento e transporte de hidrogênio renovável serão submetidas às normas de segurança contra incêndios, entre outras, previstas na legislação federal e estadual.

A norma promulgada prevê que outros mecanismos de monitoramento de implementação da Política será objeto de regulamentação estadual.

Potenciais e desafios

Com efeito, seja pela malha de infraestrutura, seja pelo substrato normativo, o Ceará já desponta como um estado à frente de outros em termos de preparação para servir como *hub* importante de hidrogênio verde no país. Isto é, havendo apoio crescente em ciência, tecnologia e inovação, o Ceará terá todas as condições para alavancar a produção e a comercialização do hidrogênio

verde brasileiro, devendo doravante estabelecer regulação mais específica, a fim estruturar, desburocratizar e desimpedir a solidez da cadeia produtiva, não se esquecendo de que fazendo-o, estará contribuindo com o desenvolvimento sustentável local, via emissão de energia limpa, objetivo fulcral da Cúpula Climática das Organizações das Nações Unidas (COP 30), a realizar-se em novembro deste ano, em Belém, quando, nas palavras de Enio Pontes será “*memento de somar esforços, superar desafios históricos e mostrar ao mundo que o Brasil é capaz de liderar a construção de um futuro mais justo e sustentável para todos*” (Jornal da Ciência, 2025).

A ideia é corroborada por Grau e Duarte (2023, p. 529) que textualizam:

“o aquecimento da corrida para a transição energética, no contexto da crise climática, é fenômeno de natureza disruptiva, que traz consigo imensas oportunidades para países com características como as que ostenta o Brasil. Sem sombra de dúvida, a exploração do hidrogênio verde no país beneficia-se desse ambiente, de modo que pode o combustível contribuir para a coroação do Brasil como potência mundial de energia limpa e renovável.

De mais a mais, trazendo novamente o olhar para o Ceará, é oportuno salientar que, ao lado de todos os benefícios ambientais e econômicos decorrentes da necessária transformação energética, a implementação de projetos de Hidrogênio Verde importará de modo significativo nas relações econômicas das comunidades locais. A criação de empregos nas áreas de pesquisa, produção e manutenção das tecnologias relacionadas ao hidrogênio gerará oportunidades de aprendizagem e emprego para a população, especialmente em regiões que historicamente enfrentam enormes dificuldades na seara. Com avanço na legislação e parcerias com universidades e instituições locais políticas públicas, programas de capacitação e formação técnica poderão ser desenvolvidos, garantindo-se a preparação da mão-de-obra local para as novas demandas do mercado.

O país, contudo, precisa ajudar. O setor elétrico nacional ainda não suporta a sobrecarga de mais energia em sua rede. Há pouco, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) negou recurso da empresa cearense Rosa dos Ventos relacionado a pedido de conexão de projetos de planta de produção de amônia verde e de dois data centers, estes últimos em parceria com a gigante chinesa Byte Dance, dona do Tik Tok, investimentos estimados na ordem de R\$ 49 bilhões e R\$ 50 bilhões, respectivamente (Neofeed, 2025). Ou seja, permanece estabelecido um abismo colossal entre o que está subentendido na lei (e que suspostamente destrava os empecilhos à cadeia produtiva do Hidrogênio Verde) e o que é possível realizar em um sistema de rede elétrica que precisa, o quanto antes, ser aperfeiçoado.

Uma vez contornados os enormes obstáculos, não menos importante para o desenvolvimento da economia local será o envolvimento das comunidades diretamente implicadas nos processos decisórios ora suscitados,

através de consultas públicas, promoção de diálogos abertos, o que, se por um lado empoderará a comunidade em saudável ciclo de participação social, por outro lado, ajudará a alinhar as iniciativas econômicas às necessidades da população, garantindo-se que os benefícios do empreendimento sejam coletivamente distribuídos dentro de um senso de pertencimento e de responsabilidade social. Dessa forma, inequivocamente o Ceará não só se destacará como estado produtor de energia limpa, como figurará como importante exemplo de promotor da transição energética com atenção à equidade social. Eis um desafio gratificante.

Referências

ALAGAMENTOS, destruição e 183 mortes: relembre a tragédia das chuvas no RS que marcou 2024. CNN Brasil, 18 dez. 2024. Disponível em: [https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/sul/rs/alagamentos-destruicao-e-183-mortes-relembre-a-tragedia-das-chuvas-no-rs-que-marcou-2024/#:~:text=Com%20o%20n%C3%ADo%20Gua%C3%ADba,Servi%C3%A7o%20Geol%C3%B3gico%20Brasileiro%20\(SGB\)](https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/sul/rs/alagamentos-destruicao-e-183-mortes-relembre-a-tragedia-das-chuvas-no-rs-que-marcou-2024/#:~:text=Com%20o%20n%C3%ADo%20Gua%C3%ADba,Servi%C3%A7o%20Geol%C3%B3gico%20Brasileiro%20(SGB)). Acesso em: 8 mai. 2025.

AMAZONAS registra 21,6 mil queimadas em 2024 e tem o pior índice em 26 anos, aponta Inpe. WWF, 9 nov. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2024/09/24/amazonas-registra-216-mil-queimadas-em-2024-e-tem-o-pior-indice-em-26-anos-aponta-inpe.ghtml>. Acesso em 8 mai. 2025.

CALOR recorde: RJ pode ter sensação térmica acima dos 50°C nesta semana. CNN Brasil, 17 fev. 2025. Disponível em: <https://cnnbrasil.com.br/nacional/sudeste/rj/calor-recorde-rj-pode-ter-sensacao-termica-acima-dos-50oc-nesta-semana/>. Acesso em: 8 mai. 2025.

CEARÁ negocia com empresas chinesas data center de R\$ 50 bilhões, diz secretário. Diário do Nordeste (DN), 25 fev. 2025. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/negocios/ceara-negocia-com-empresas-chinesas-data-center-de-r-50-bilhoes-diz-secretario-1.3622939#:~:text=O%20governo%20estadual%20negocia%20com,da%20Cas a%20Civil%2C%20Chagas%20Vieira>. Acesso em: 8 mai. 2025.

GALVÃO, Bruno; EVANGELISTA, Eduardo; NEGRÃO, Humberto; NAVARRO; Victor. Hidrogênio Verde: O potencial brasileiro e os avanços conquistados pelo Mercado Europeu *in* EVANGELISTA, Eduardo; MAGALHÃES, Gerusa; MARIANI, Rômulo (coords.). Hidrogênio verde: perspectivas jurídica, regulatória e teórica. Tomo I. Rio de Janeiro: Synergia, 2023, p. 380-398.

FORTALEZA tem segundo fevereiro mais chuvoso em 52 anos. Diário do Nordeste, 08 mai. 2025. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/ceara/fortaleza-tem-segundo-fevereiro-mais-chuvoso-em-52-anos-1.3624952>. Acesso em 08 mai. 2025.

FUMAÇA que cobre céu de cidades do Ceará causa riscos à saúde? Médico recomenda cuidados. G1, 25 ago. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2024/08/25/fumaca-que-cobre-ceu-de-cidades-do-ceara-causa-riscos-a-saude-medico-recomenda-cuidados.ghtml>. Acesso em 8 mai. 2025.

GRAU, Werner; DUARTE, Letícia Elizeu. Hidrogênio Verde no Brasil: intervenção qualitativa do Estado na ordem econômica como caminho de indução à expansão do mercado brasileiro de hidrogênio verde *in* EVANGELISTA, Eduardo; MAGALHÃES, Gerusa; MARIANI, Rômulo (coords.). Hidrogênio verde: perspectivas jurídica, regulatória e teórica. Tomo I. Rio de Janeiro: Synergia, 2023, p. 519-530.

LUSTOSA, Isabel; MAROTTA, Felipe; BARROS, João Otávio Paes de. Análise do Marco Legal do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono: primeiras impressões *in* THEMÓTEO, André; EVANGELISTA, Eduardo; MAGALHÃES, Gerusa; MARIANI, Rômulo (coords.). Hidrogênio verde: perspectivas jurídica, regulatória e teórica. Tomo II. Rio de Janeiro: Synergia, 2024. P. 1139-157.

PONTES, Enio. Ciência e Amazônia na COP 30: o Brasil protagonista das soluções climáticas *in* Jornal da Ciência, 20 fev. 2025. Disponível em: https://jornaldaciencia.org.br/edicoes/?url=http://jcnoticias.jornaldaciencia.org.br/20-ciencia-e-amazonia-na-cop-30-o-brasil-protagonista-das-solucoes-climaticas&utm_smid=11571017-1-1. Acesso em 8 mai. 2025.

PROJETOS de R\$ 100 bilhões da Casa dos Ventos em hub de hidrogênio verde no Ceará ficam "sem energia". Neofeed, 2 mai. 2025. Disponível em: <https://neofeed.com.br/negocios/projetos-de-r-100-bilhoes-da-casa-dos-ventos-em-hub-de-hidrogenio-verde-no-ceara-ficam-sem-energia/>. Acesso em 8 mai. 2025.

QUATRO anos da tragédia em Brumadinho: 270 mortes, três desaparecidos e nenhuma punição. G1, 25 jan. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2023/01/25/quatro-anos-da-tragedia-em-brumadinho-270-mortes-tres-desaparecidos-e-nenhuma-punicao.ghtml>. Acesso em 8 mai. 2025.

RELEMBRE o rompimento da barragem de Mariana, que completa 9 anos hoje. CNN Brasil. 5 nov. 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/relembre-o-rompimento-da-barragem-de-mariana-que-completa-9-anos-hoje/>. Acesso em: 8 mai. 2025.

RIO DE JANEIRO bate 44°C, recorde de calor em mais de 10 anos. CNN Brasil, 17 fev. 2025. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/blogs/pedro-duran/nacional/sudeste/rj/rio-de-janeiro-bate-44c-recorde-de-calor-em-mais-de-10-anos/#:~:text=A%20temperatura%20de%2044%C2%B0,na%20esta%C3%A7%C3%A3o%20Jacarepagu%C3%A1%2C%20do%20Inmet>. Acesso em 8 mai. 2025.

RIO registra 62,3°C de sensação térmica e bate novo recorde. G1, 17 mar. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2024/03/17/rio-bate-recorde-de-sensacao-termica.ghtml>. Acesso em 8 mai. 2025.

SENA, Fabiola; ARAÚJO, Cristiane. Estado da arte dos hubs de Hidrogênio de Baixo Carbono *in* THEMÓTEO, André; EVANGELISTA, Eduardo; MAGALHÃES, Gerusa; MARIANI, Rômulo (coords.). Hidrogênio verde: perspectivas jurídica, regulatória e teórica. Tomo II. Rio de Janeiro: Synergia, 2024. P. 177-197.

SILVA, Enio Peres da. Perspectivas do uso energético do hidrogênio. *In* GOLDEMBERG, José; PALETTA, Francisco Carlos (orgs.). Energias renováveis. São Paulo: Blucher, 2012. 110p. (Série energia e sustentabilidade). P. 99-110.

VÍDEO: Aquiraz registram 3a maior chuva histórica da Cidade. G1, 20 fev. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/ce/ceara/videos-cetv-2-edicao/video/aquiraz-registram-3a-maior-chuva-historica-da-cidade-13357162.ghtml>. Acesso em 8 mai. 2025.