

Cenários, desafios e oportunidades para a produção de hidrogênio verde no Brasil: uma análise a partir do estado do Ceará

JÚLIO CÉSAR HOLANDA ARAÚJO
SORAYA VANINI TUPINAMBÁ

■■■ HEINRICH BÖLL STIFTUNG
RIO DE JANEIRO



Cenários, desafios e oportunidades para a produção de hidrogênio verde no Brasil: uma análise a partir do estado do Ceará

Júlio Holanda é graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Ceará e possui mestrado em Planejamento Urbano e Regional pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - IPPUR/UFRJ.

Soraya Vanini Tupinambá é Engenheira de Pesca – UFC, Mestra em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFC), Mestra em Gestão de Áreas Litorâneas – UCA (Espanha), ativista da ecologia política e sócia fundadora do Instituto Terramar, integrante da Rede Brasileira de Justiça Ambiental.

Sobre a Fundação Heinrich Böll

A Fundação Heinrich Böll é uma organização política alemã, presente em mais de 30 países e ligada ao Partido Verde da Alemanha. Um partido que nasceu nos anos 70 com a união de membros dos movimentos sociais que defendiam causas ambientais, de mulheres e LGBTQIA+. Promover diálogos pela democracia e buscar a garantia dos direitos humanos; atuar em defesa da justiça socioambiental; defender os direitos das mulheres e se posicionar como antirracista são os valores que impulsionam as ideias e ações da Fundação. No Brasil, a organização apoia projetos de diversas organizações da sociedade civil, organiza debates e produz publicações gratuitas. Como disse Heinrich Böll, que inspirou o nome da Fundação, “envolver-se é a única forma de enfrentar a realidade.”.

Autores:

[Julio Holanda](#) e [Soraya Vanini Tupinambá](#)

Revisão:

[Helena Costa](#) e [Marcelo Montenegro](#)

Diagramação:

[Beto Paixão](#)
betopaixao.jf@gmail.com

Junho / 2023

CC BY-NC 4.0

https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.pt_BR

Introdução

Em 2018, o grupo de cientistas do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) produziu o Relatório Especial sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais, conforme meta aprovada no Acordo de Paris em 2015. A conclusão do documento é que para um cenário compatível com aumento da temperatura limitado em 1,5°C, o mundo tem que reduzir as emissões pela metade até 2030 e ser neutro de carbono por volta do meio deste século. Para interromper o estado de emergência climática global, que impacta os circuitos planetários de humanidade e natureza, se faz necessário um corte sem precedentes nas emissões de CO₂ provenientes da queima de combustíveis fósseis (petróleo, gás natural e carvão), a redução significativa dos demais GEE em todos os setores econômicos e investimento substancial em transição energética, com a substituição das fontes fósseis por energias renováveis. Nesse cenário, surge como uma das principais e promissoras soluções para a transição energética o hidrogênio verde. Esse elemento químico, um dos mais abundantes do planeta, tem a propriedade de gerar energia, em quantidade maior do que a gasolina, por exemplo. Embora existam há anos tecnologias que permitem usar o hidro-

gênio como combustível, há várias razões pelas quais até agora ele só foi usado em ocasiões especiais. Uma delas é que é considerado perigoso por ser altamente inflamável; transportá-lo e armazená-lo com segurança é um grande desafio, além das dificuldades para produzi-lo. O hidrogênio pode ser produzido de diferentes formas, principalmente por meio de hidrocarbonetos como petróleo, gás natural e carvão, que são os principais vilões das emissões de gases de efeito estufa. Contudo, nos últimos anos, o hidrogênio tem sido extraído através da quebra das moléculas de água (hidrólise), utilizando-se para isso energia elétrica a partir de fontes renováveis como solar e eólica - por isso o termo "verde" ou "sustentável". Há muito otimismo em torno do hidrogênio verde, países como Austrália, Holanda, Alemanha, China, Arábia Saudita e Chile tem megaprojetos instalados em seus territórios. A União Europeia e várias empresas da indústria do petróleo ao redor do mundo têm anunciado o início ou interesse em projetos de hidrogênio verde. Estima-se que a demanda de hidrogênio (H₂) superará a cifra de 90 milhões de toneladas produzida em 2020 para valores superiores a 200 milhões de toneladas em 2030 (AIE - Agência Internacional de Energia).

Cenário internacional e nacional

Atualmente, o hidrogênio já é economicamente relevante. O mercado mundial de hidrogênio em valor econômico, em 2019, correspondeu a um total de aproximadamente USD 136 bilhões. Espera-se um crescimento significativo desse mercado já nos próximos anos, que poderá alcançar USD 200 bilhões (MARKETS AND MARKETS, 2020).

Nos últimos anos, o mercado de hidrogênio atingiu um novo patamar com anúncios feitos por diversos governos de planos estratégicos para o aproveitamento desse recurso como elemento fundamental para a transição energética. Várias iniciativas foram criadas, então, para tentar viabilizar, em especial, o “hidrogênio verde”, com foco em um duplo objetivo: recuperação da economia e aceleração da transição energética em segmentos de mercado de difícil descarbonização como, por exemplo, transportes pesados, aviação, aquaviário, siderurgia, fertilizantes, entre outros (EPE, 2021).

Segundo relatório Hydrogen insights publicado em 2021¹, 131 projetos de grande escala foram anun-

ciados globalmente, aumentando o total para 359 projetos de hidrogênio. De maneira adicional a essa expansão, há evidências de muitos outros projetos que atualmente se encontram em fase de planejamento e que ainda não foram anunciados publicamente, que - incluindo projetos de grande escala assim como projetos de P&D e demonstração. Os investimentos projetam crescimento em todas as regiões.

De acordo com o documento supracitado, a Europa lidera o mercado internacional, com mais de 80% dos novos projetos se configurando como liderança na economia emergente de hidrogênio. Essa tendência é observada para todas as regiões, observando um aumento de mais de 75% nos anúncios de projetos. Isso está relacionado ao fato da União Europeia e, em particular, a Alemanha lançarem estratégias para o desenvolvimento de mercados para o “hidrogênio verde”, com a expectativa de reduções de custos e acelerar a descarbonização de suas economias.

O investimento projetado total associado até 2030 será de USD \$500 bilhões, distribuídos da seguinte

1. Hydrogen Insights An updated perspective on hydrogen investment, market development and momentum in China, , McKinsey & Company, July 2021

maneira: 1. USD 130 bilhões de investimentos diretamente associados aos projetos anunciados; 2. USD 120 bilhões de investimentos diretos necessários para atingir as metas governamentais que excedem os projetos anunciados atualmente; 3. USD 250 bilhões de investimentos implícitos de fabricantes originais de equipamentos e fornecedores para apoiar o investimento direto necessário de projetos anunciados publicamente e metas governamentais. Do investimento total, USD 150 bilhões, ou 30%, são denominados “maduros”, implicando em dizer que se tratam de investimento que está numa fase de planejamento, foi objeto de uma decisão final de investimento, ou está associado a um projeto que já está em construção, comissionado, ou atualmente operacional.

Os investimentos no Brasil acompanham o cenário internacional de expansão do hidrogênio verde e as repercussões do crescimento desse mercado sobre o cenário brasileiro nos remete a observar que, o Brasil é projetado como país com potencialidade de tornar-se um importante produtor e exportador de hidrogênio verde, graças a seus vastos recursos energéticos renováveis, como solar e eólica, mas também pelo marco regulatório flexível e incentivos e isenções fiscais.

Para vislumbrarmos esse potencial, em janeiro de 2022, a fonte eólica no Brasil alcançou 21 GB de capacidade instalada, correspondendo a 11% do total do potencial de geração de energia no país, quase nove vezes o total da capacidade instalada eólica de 10 anos atrás. Essa é a fonte de energia que mais cresce no Brasil e tem estimativas de crescimento ainda maiores para os próximos anos. Somente no estado do Ceará, por exemplo, o potencial é de 211 GW de capacidade instalável, segundo dados do Atlas Eólico e Solar do Ceará (2019). Como há uma relação direta entre a produção de hidrogênio verde

e a geração de energia pelas fontes eólica e solar, as expectativas de H2V para o Ceará são muito altas.

O interesse brasileiro no hidrogênio não é exatamente uma novidade. Em 2002, o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) lançou o Programa Brasileiro de Hidrogênio e Sistemas Células a Combustível (inicialmente denominado PROCAC). Posteriormente, em 2005, este programa passou a ter nova denominação, passando a se chamar Programa de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Economia do Hidrogênio, com a sigla PROH2 (LINARDI, 2008).

Ainda em 2005, o Ministério de Minas e Energia coordenou o chamado “Roteiro para a Estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil”, um amplo estudo juntamente com o Ministério de Ciência e Tecnologia - MCT, dezenas de especialistas do Brasil e do exterior, empresas nacionais e estrangeiras, institutos e centros de pesquisa, agências reguladoras e institutos de metrologia (MME, 2005). Mas, com as descobertas do Pré-sal em 2006, houve uma grande mudança nas prioridades da agenda de política energética e o Programa Governamental de Produção e Uso do Hidrogênio no Brasil não foi lançado, ainda que diversos projetos associados ao hidrogênio continuassem sendo desenvolvidos.

Contudo, o hidrogênio volta ao cenário institucional e atualmente compõe a estratégia energética brasileira no Plano Nacional de Energia 2050, aprovado em dezembro de 2020 pelo Ministério de Minas e Energia. No caso do Ceará, o hidrogênio é encarado como uma grande oportunidade econômica. A projeção é que o estado se configure como um importante produtor e exportador de hidrogênio verde, consolidando um novo mercado e criando uma *commodity* energética fundamental numa perspectiva mundial de transição energética.

Quais são as empresas interessadas em produzir H₂V no Brasil?

No caso do Ceará, em março de 2022, o governo estadual já havia celebrado 17 protocolos que envolvem o hidrogênio verde e anunciou mais três para um cenário próximo (SEDET, 2022). No quadro

abaixo é possível conhecer os principais empreendedores e as características gerais de suas pretendidas iniciativas na cadeia de produção de hidrogênio verde no Ceará.

Quadro 1: Protocolos firmados entre o governo do Estado do Ceará e empresas internacionais e nacionais em diferentes etapas da cadeia produtiva de hidrogênio verde.

Empresas	Características gerais
Energix	Potência: 3,4 gigawatts Potencial de empregos: não informado Investimento: USD 5,4 bilhões Previsão de início de operação: 2022 O projeto Base One da Energix Energy quer produzir mais de 600 mil toneladas de hidrogênio verde. Tem como missão facilitar a mudança das sociedades através do hidrogênio verde, permitindo energia renovável e estável e conectividade da infraestrutura central com serviços públicos e comunidade. Sua visão é ser o líder global em geração de energia verde, identificando e garantindo fontes de energias renováveis de grande escala e econômicas.

Fortescue Future Industries Pty Ltd (FFI):	<p>Potência: 2 gigawatts Potencial de empregos: 3.300 Investimento: US\$ 6 bilhões Previsão de operações: 2025 Usina de hidrogênio verde com capacidade de produção de 300.000 ton./ano será instalada no Complexo Industrial e Portuário do Pecém.</p>
EDP Energias do Brasil	<p>Investimento de R\$ 41,9 milhões na planta que contempla uma usina solar com capacidade de 3 MW e um módulo eletrolisador para produção do combustível a partir de energia renovável. A unidade modular terá capacidade de produzir 250 Nm³/h de gás. A usina de Hidrogênio Verde (Pecém H₂V) da EDP é um projeto de Pesquisa & Desenvolvimento da UTE Pecém.</p>
Neoenergia, empresa controlada pelo grupo espanhol Iberdrola	<p>implantar projeto de mobilidade urbana utilizando veículos para transporte público movidos à hidrogênio verde. Fortaleza seria a primeira cidade no Brasil a utilizar hidrogênio verde em mobilidade urbana, com a utilização de Ônibus <i>fuel cell</i>. O projeto piloto será feito em Fortaleza, e a meta é chegar a 18 pontos de abastecimento de energia limpa. Depois o projeto será ampliado para 70 municípios, sendo seis Capitais nordestinas, atendendo um total de 66% dos Estados do Nordeste para beneficiar até 37 milhões de pessoas.</p>
Consórcio ranshydrogen Alliance (Proton Ventures, Trammo, Global Energy Storage e VARO.	<p>O objetivo do projeto é produzir pelo menos 500.000 toneladas de hidrogênio verde por ano, que equivalem a cerca de 2,5 milhões de toneladas de amônia verde, e exportar para a Europa pelos portos do Pecém e de Roterdã, que são parceiros comerciais.</p>
White Martins/Linde	<p>O projeto abrange desde a geração de energia renovável à produção de hidrogênio verde e derivados, armazenamento, distribuição e consumo, inclusive para exportação, e conta com a participação da Federação das Indústrias do Estado (Fiec) e Universidade Federal do Ceará (UFC).</p>
Engie	<p>O projeto visa a produção em grande escala e a exportação do combustível hidrogênio verde. Na primeira etapa, o objetivo é produzir entre 100 e 150 MW em um prazo de até cinco anos. A empresa também está avaliando o uso do combustível em mobilidade pesada, na indústria do aço, produção de químicos e mistura para as redes de transporte de gases. A ideia é desenvolver outras fases até chegar a uma escala maior, acompanhando a expansão dos mercados locais e internacionais.</p>
Qair Brasil:	<p>Potência: 2.24 GW Produção anual: 296 mil toneladas/ano Potencial de empregos: 2.000 (fase construção) / 600 (fase de operação) Investimento: US\$ 6,95 bilhões (US\$ 3,9 bilhões para usina de hidrogênio / US\$ 3 bilhões para planta de energia eólica offshore) Previsão de início da operação: 2023 Desenvolver planta de produção de hidrogênio verde com energia elétrica gerada através de energia eólica <i>offshore</i> (mar) 1,22 GW, para produção, armazenamento, transporte e comercialização de hidrogênio verde.</p>

Total Eren	Este se trata de mais um memorando de entendimento para a produção de hidrogênio verde no Complexo do Pecém, no Ceará. O protocolo foi firmado com a Total Eren, subsidiária controlada do Eren Group, um grupo dedicado à eficiência dos recursos naturais.
AES Brasil (subsidiária da AES Corporation)	O acordo prevê um estudo de viabilidade para construção de uma planta com capacidade inicial de 1 GW de energia renovável e produção de até 500 mil toneladas de amônia verde por ano para exportação. O projeto fará parte do futuro Hub de Hidrogênio no Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP).
Eneva	Maior operadora privada de gás natural do Brasil, possui parque térmico de 2,8 GW de capacidade contratada. Desenvolvimento de projetos na cadeia produtiva de Hidrogênio Verde. Participação em projeto de pool de armazenamento de amônia e utilidades. A empresa tem 1,1 GW próprios. A Eneva é uma empresa integrada de energia, com parque de geração térmica de 2,2 GW, que representa 9% da capacidade de geração térmica do país.
Diferencial Energia	A Diferencial Energia opera com comercialização de energia, projetos de geração e consultoria. Além da venda de energia de novos projetos no ambiente de contratações livres.
Hytron	Comercializa e projeta soluções inovadoras para a produção de hidrogênio. Objetiva desenvolver e buscar a viabilidade de um projeto piloto para produção de hidrogênio verde de até 5 MW que será localizado no Porto do Pecém. A Hytron iniciou suas atividades em 2003 como spin-off da Unicamp, tendo desenvolvido tecnologia própria para a produção de H2 verde, e em 2020 foi adquirida pelo grupo alemão Neuman & Esser.
H2 Helium	A H2 Helium desenvolve projetos e presta consultoria em energia de baixo carbono e conta com consultores internacionais em mercados e economia do hidrogênio verde, além de modelagem econômico-financeira de projetos de hidrogênio e amônia verde.
H2 Green Power Ltda	Fundada em 2021, em sociedade com o Grupo Roca, tem o propósito de produzir energia verde, por meio de energias renováveis, solar fotovoltaica e eólicas <i>offshore</i> . O MoU memorando de entendimento, assinado em março de 2022, prevê o desenvolvimento de projeto da cadeia produtiva do hidrogênio verde, incluindo a possibilidade de estudar a participação em pool de armazenamento de amônia e de utilidades a ser desenvolvido e implantado no futuro Hub de H2V, localizado no Complexo.
Cactus Energia Verde	A Cactus Energia Verde prevê a instalação de planta na ZPE do Complexo Portuário do Pecém, em uma área de até 250 hectares. A planta de produção da Cactus, prevista para funcionar em 2023, terá capacidade para produzir 10.500 toneladas de hidrogênio e 5.250 toneladas de oxigênio verdes por mês. O investimento é de 5 bilhões de euros. A empresa vai utilizar 3,6 GW de energia de fontes renováveis, que terá como matriz a produção do Parque Fotovoltaico Uruquê, de capacidade para produzir 2,4 GW de energia. O parque será instalado nos municípios de Jaguaratama e Umari, e o Parque Eólico Offshore (memorando de entendimento assinado), com potencial de produção de 1,2 GW de energia, localizado em Camocim.
Casa dos Ventos/Nexway	A empresa tem uma parceria para desenvolver projetos de produção de hidrogênio verde no Brasil com Casa dos Ventos, que já tem um protocolo com o governo cearense.

O plano do governo a partir desses diversos protocolos já firmados e outros ainda a serem viabilizados é consolidar um *Hub* de Hidrogênio Verde no Ceará, instalado no Complexo Industrial e Portuário do Pecém (Cipp), em São Gonçalo do Amarante, nos próximos

anos. O governo do estado criou um Grupo de Trabalho para dar apoio técnico e político aos investimentos em H₂V, composto por diversas agências estaduais e grupos da indústria em março de 2021, com o intuito de orientar as políticas para o *Hub* (CEARÁ, 2021).

O contexto nacional regulatório da produção de hidrogênio e a resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente do Ceará

Considerando o potencial brasileiro para a produção de hidrogênio verde, seria desejável que o governo brasileiro estabelecesse uma estratégia de hidrogênio verde para o país em que nela se localizariam as lacunas diversas para seu impulsionamento (tecnológicas e outras), além de normativas (em âmbito nacional e regional), a fim de melhor potencializar a cadeia de hidrogênio verde através de estabelecimento de diretrizes nacionais que subsequentemente seriam desenvolvidas em cada estado, incluindo aí a organização das normativas locais. Sem isso há o risco de se produzir uma fragmentação e desarmonia nas estratégias estaduais e regionais, bem como uma legislação insuficiente e contraditória, com várias ausências quando consideramos a finalidade de impulsionar a cadeia produtiva de hidrogênio verde em consonância com uma estratégia nacional de produção de hidrogênio verde e de transição energética em marcos nacionais e internacionais.

A União deveria ter a competência legislativa em matéria de energia. No caso do hidrogênio cinza e

azul, como o gás natural é regulado pela ANP, as regras já existentes podem ser parcialmente aplicáveis aos novos combustíveis – entre eles o transporte via gasodutos. No entanto, essa possibilidade não atribui automaticamente competência às agências reguladoras existentes e dessa maneira identifica-se um desafio regulatório da maior relevância, qual seja definir as agências reguladoras envolvidas.

Em 2021 o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) publicou duas resoluções relativas ao desenvolvimento do hidrogênio no país. A primeira delas, a Resolução CNPE nº 2 de 2021, que orienta e prioriza a destinação de recursos de pesquisa, desenvolvimento e inovação regulados pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e pela Agência Nacional de Petróleo Gás Natural e Biocombustível - ANP para o hidrogênio, entre outros temas relacionados ao setor de energia e à transição energética. A segunda resolução, a Resolução CNPE nº 6 de 2021, determina a realização de estudo para

proposição de diretrizes para o Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2). Embora relevantes, estas iniciativas são insuficientes e estão atrasadas frente aos vultosos investimentos previstos e a corrida por novos projetos de alguns estados brasileiros.

No caso do Estado do Ceará, foi aprovada a resolução nº 03, de 10 de fevereiro de 2022, que dispõe sobre os procedimentos, critérios e parâmetros aplicáveis ao licenciamento ambiental no âmbito² da Superintendência Estadual do Meio Ambiente (Semace) para empreendimentos de produção de hidrogênio verde. A normativa foi aprovada pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente no Ceará (COEMA)³ e reflete em grande medida a tentativa de dar partida e sustentação à estratégia estadual de produção do hidrogênio verde, diante do vácuo ou insuficiente produção de iniciativas em âmbito federal e regional.

Inicialmente a resolução foi proposta pela Semace, posteriormente debatida, aprimorada e consolidada por um comitê técnico do COEMA, criado para esta finalidade, com a participação de entidades ligadas ao mercado de hidrogênio Verde (FIEC, ADECE), além de representantes do Ministério Público Federal (MPF), Ministério Público Estadual (MPE), Ordem dos Advogados do Brasil (OAB), Conselho Regional de Biologia (CRBIO), Universidade Federal do Ceará (UFC), dentre outras. Durante as discussões as entidades da sociedade civil apresentaram propostas de inclusão, exclusão e alterações no texto original.

Com relação à exigência de estudos ambientais para os empreendimentos de hidrogênio verde que previstos, a resolução estabelece dois principais: o Relatório Ambiental Simplificado (RAS) para empreendimentos classificados como micro e pequeno porte, e o Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) para empreendimentos de porte médio, grande e excepcional. Para todos os projetos, independente do porte, será exigido o Estudo de Análise de Risco, devidamente aprovado pela autoridade competente, como parte do estudo ambiental aplicado.

Alguns segmentos empresariais nutriram a expectativa de que o licenciamento ambiental para hidrogênio verde fosse simplificado, optando pelo licenciamento bifásico, como é o caso do licencia-

mento de energia eólica no Ceará, que se caracteriza por ter a licença prévia expedida regularmente e as licenças de operação e de instalação são emitidas conjuntamente. No entanto é preciso ressaltar que o Ceará possui 105 parques instalados e a simplificação do licenciamento ambiental de energias renováveis, que ocorreu em 2018, foi posterior a uma resolução CONAMA salvaguardando áreas ambientais sensíveis, diretriz que acabou sendo reforçada pelo Ceará, pela exclusão das dunas como locais de implantação de parques eólicos no estado.

Uma importante salvaguarda conquistada no âmbito das discussões sobre a resolução em discussão foi a inclusão da necessidade de consulta prévia, livre e informada para as populações impactadas. A sociedade civil e as comunidades costeiras e sertanejas tradicionais no Ceará vêm historicamente levantando e denunciando vários casos de violações de direitos humanos, econômicos, sociais, ambientais e culturais acumulados ao longo da expansão da energia eólica continental no estado. Desta maneira a inclusão da necessidade de consulta prévia, livre e informada, conforme previsto na Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) sobre povos indígenas e tribais⁴, em todos os empreendimentos relacionados ao H2V, representou uma relevante inovação.

Outro aspecto relevante era a previsão inicial de instalação de unidades de produção de hidrogênio em formações dunares, planícies fluviais e de deflação, mangues e demais áreas úmidas que foi retirada a partir de consenso que considerou as observações da sociedade civil, que alertavam que essa inserção colocaria o texto em desacordo com a nova política estadual de gerenciamento costeiro, assim como com o Zoneamento Econômico Ecológico Costeiro. Também havia previsão da produção de hidrogênio no bioma Mata Atlântica, zonas de amortecimento de Unidades de Conservação, em áreas utilizadas por aves migratórias ou onde ocorrem espécies ameaçadas de extinção e em locais em que venham a gerar impactos socioculturais diretos que impliquem inviabilização de comunidades ou sua completa remoção. Todas essas áreas foram suprimidas na versão final, assegurando que os projetos não podem se instalar em nenhuma delas, evitando assim riscos de degradação.

2. SEMACE é a Superintendência Estadual de Meio Ambiente, uma autarquia, ou seja uma entidade autônoma, auxiliar e descentralizada da administração pública, porém fiscalizada e tutelada pelo Estado, com patrimônio formado com recursos próprios, vinculada à Secretaria do Meio Ambiente (SEMA), que tem a responsabilidade de executar a Política Ambiental do Estado do Ceará.

3. <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=427495>

4. <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decleg/2002/decretolegislativo-143-20-junho-2002-458771-convencao169-pl.pdf>

Quadro 2: Tabela comparativa sobre a resolução nº 03, de 10 de fevereiro de 2022

Proposta original (Semace)	Proposta Comitê Técnico do COEMA	Resolução final aprovada no COEMA	Comentários
<p>Art. 5º Os estudos ambientais a serem elaborados nas fases de solicitação de licença ambiental para as atividades tratadas nesta resolução serão:</p> <p>I - Relatório Ambiental Simplificado (RAS) para empreendimentos classificados como de porte Pequeno e Médio;</p> <p>II - Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) para empreendimentos classificados como de porte Grande e Excepcional.</p>	<p>Art. 5º Os estudos ambientais a serem elaborados nas fases de solicitação de licença ambiental para as atividades tratadas nesta resolução serão:</p> <p>I - Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA)</p>	<p>Art. 6º Os estudos ambientais a serem elaborados nas fases de solicitação de licença ambiental para as atividades tratadas nesta resolução serão:</p> <p>I - Relatório Ambiental Simplificado (RAS) para empreendimentos classificados como de porte Micro e Pequeno;</p> <p>II - Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) para empreendimentos classificados como de porte Médio, Grande e Excepcional.</p>	<p>Na proposta inicial, para os empreendimentos classificados como de porte pequeno e médio seria exigido apenas o estudo simplificado (RAS) e para grande e excepcional o EIA/RIMA. A proposta do Comitê Técnico sugeriu que todas as faixas de porte fossem submetidas a EIA/RIMA. No final, a proposta aprovada exige que apenas empreendimentos de porte Micro e Pequeno façam o RAS, os demais serão por EIA/RIMA.</p>
<p>Art. 6º Independentemente do porte, será exigida a apresentação de Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) e a comprovação de inexistência de alternativa técnica e locacional às obras, planos, atividades ou projetos propostos, além de audiências públicas, nos termos da legislação vigente, os empreendimentos localizados:</p> <p>I – em formações dunares, planícies fluviais e de deflação, mangues e demais áreas úmidas;</p> <p>II – no bioma Mata Atlântica e implicar corte e supressão de vegetação primária e secundária no estágio avançado de regeneração, conforme dispõe a Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006;</p> <p>III – na Zona Costeira e implicar alterações significativas das suas características naturais, conforme dispõe a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988;</p> <p>IV – em zonas de amortecimento de unidades de conservação de proteção integral, adotando-se o limite de 3 km (três quilômetros) a partir do limite da unidade de conservação, cuja zona de amortecimento não esteja ainda estabelecida;</p>	<p>Supressão</p>	<p>Supressão</p>	<p>Independente da necessidade de EIA/RIMA, é importante que a produção de hidrogênio verde não ocorra em áreas sensíveis do ponto de vista da proteção ambiental, com riscos de degradação, como planícies fluviais, estuários, dunas, manguezais, bioma Mata Atlântica, zonas de amortecimento de Unidades de Conservação, em áreas utilizadas por aves migratórias ou onde ocorrem espécies ameaçadas de extinção e em locais em que venham a gerar impactos socioculturais diretos que impliquem inviabilização de comunidades ou sua completa remoção.</p>

<p>V – em áreas regulares de rota, pousio, descanso, alimentação e reprodução de aves migratórias constantes de Relatório Anual de Rotas e Áreas de Concentração de Aves Migratórias no Brasil a ser emitido pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, em até 90 dias;</p> <p>VI – em locais em que venham a gerar impactos socioculturais diretos que impliquem inviabilização de comunidades ou sua completa remoção;</p> <p>VII – em áreas de ocorrência de espécies ameaçadas de extinção e áreas de endemismo restrito, conforme listas oficiais.</p>			
<p>§2º Deverá ser realizada Reunião Técnica Informativa, às expensas do empreendedor, sempre que houver conflitos socioambientais e/ou comunidade significativamente afetada, além das condições previstas já estabelecidas na legislação pertinente.</p>	<p>Inclusão: Parágrafo único. Em se tratando de comunidades indígenas, quilombolas e tradicionais, diretamente afetadas, deverá ser realizada Consulta Prévia, Livre e Informada, prevista na Convenção OIT 169.</p>	<p>Art. 7º A requerimento fundamentado pelo órgão licenciador, será realizada Reunião Técnica Informativa, às expensas do empreendedor, sempre que houver conflitos socioambientais e/ou comunidade significativamente afetada, além das condições previstas já estabelecidas na legislação pertinente.</p> <p>Parágrafo único. Em se tratando de comunidades indígenas, quilombolas e tradicionais, diretamente afetadas, deverá ser realizada Consulta Prévia, Livre e Informada, prevista na Convenção OIT 169.</p>	<p>Essa é uma importante inovação, que não estava prevista na proposta inicial e foi sugerida pelo Comitê Técnico do COEMA e incorporada na versão final da resolução. Trata-se de um instrumento de salvaguarda dos territórios e modos de vida tradicionais, que devem ser consultados sobre possíveis impactos e alterações em seus territórios.</p>

Podemos considerar que houve algumas salvaguardas importantes do ponto de vista da justiça social e

ambiental, sugestões encaminhadas por organizações da sociedade civil e acatadas na versão final da resolução.

Desafios e oportunidades do H₂V para uma transição energética justa

É inegável o surgimento de novas oportunidades para consolidar a produção de H₂V no Brasil. Em março de 2022 o então senador Jean Paul Prates (PT/RN) protocolou o Projeto de Lei nº 725, de 2022, que disciplina a inserção do hidrogênio como fonte de energia no Brasil, e estabelece parâmetros de incentivo ao uso do hidrogênio sustentável. O projeto busca sanar um dos principais fatores geradores de insegurança jurídica para o desenvolvimento da indústria de hidrogênio no Brasil, que é justamente a atual lacuna legislativa sobre qual seria a entidade reguladora competente para regular o hidrogênio, em especial o hidrogênio verde. Também em 2022, a Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal apresentou o PL 1878/2022, que visa criar a Política que regula a produção e usos para fins energéticos do Hidrogênio Verde.

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) regulam partes do tema, por exemplo. O PL 725/22, entretanto, atribui unicamente à Agência Nacional do Petróleo (ANP) a competência de regulamentação, o que não parece ser uma decisão simples, uma vez que a ANP acabaria por normatizar atividades que fogem do seu escopo, como a situação de outorgas e monitoramento das águas.

Outro destaque importante foi a criação do Programa Nacional do Hidrogênio (PNH₂), por meio da Resolução nº 6 de 23 de junho de 2022, do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), que estabeleceu a estrutura de governança do programa, bem como objetivos, metas e diretrizes. De acordo com o PNH₂, a coordenação e supervisão do planejamento e implementação das ações ficará a cargo de um Comitê Gestor, integrado por diversos órgãos e entidades da Administração Pública Federal. Foram criadas também Câmaras Temáticas, com o objetivo de examinar questões específicas e desenvolver estudos, análises e relatórios técnicos.

Os caminhos de implementação da produção de hidrogênio verde no Ceará sinaliza no campo das possibilidades de uma bifurcação de sentidos, como possíveis tônicas a serem adotadas. Uma delas teria o potencial de acentuar a contribuição do Ceará e do Nordeste brasileiro para a descarbonização da economia mundial, e da sua própria economia local e regional, contribuindo efetivamente para o enfrentamento das mudanças climáticas no plano nacional e internacional. Destacamos essa possibilidade como uma urgência e uma deseabilidade, embora se perceba que a maioria dos protocolos celebrados no estado do Ceará não corroboram para esta possibilidade e enfatizam a pers-

pectiva de produção, armazenagem e transporte para exportação do hidrogênio verde para a Europa. Vale destacar que somente um dentre 17 protocolos descritos apresenta uma perspectiva para contribuir com a transição energética a partir da contribuição para a descarbonização da matriz energética do Ceará e do Nordeste. (protocolo com a Neoenergia)

Essa estratégia que se efetiva majoritariamente materializa a possibilidade de conversão dessa mesma região Nordeste e de alguns estados como o Ceará em áreas exportadoras de hidrogênio verde para estratégias de descarbonização do norte global, às expensas de vantagens locais do sul global. Podemos elencar algumas delas, como a abundância e velocidade dos ventos, o enorme potencial de horas diárias de insolação, “disponibilidade de terra”, tudo isso justificando a ampliação da capacidade instalada de energias renováveis para alimentar crescentes demanda de produção e exportação de H2V.

O cenário é “otimista”, pois estamos diante de uma grande oportunidade para realizarmos a transição energética e substituir os combustíveis fósseis por fontes alternativas, de acordo com as metas do IPCC. Contudo, um dos maiores riscos do hidrogênio verde no Brasil é justamente por aumentar consideravelmente a demanda por grandes projetos de energia eólica e solar, ampliando consequentemente os impactos socioambientais nos territórios, em decorrência da forma com que esses projetos têm se instalado no país nos últimos anos.

No estado do Ceará, por exemplo, estão em análise ambiental 17 novos projetos para geração concentrada de energia solar fotovoltaica, que já apresentam como justificativa atender a demanda futura da cadeia do hidrogênio. A supressão da vegetação desses projetos somados é de quase 11 mil hectares de caatinga, principal bioma da região, fortemente ameaçado por conta das atividades de mineração e desmatamento. Os parques continentais eólicos (*onshore*), que no Ceará totalizam 105, também já contam com significativo histórico de violações de direitos das populações costeiras, degradação e supressão dos ecossistemas de dunas e manguezais.

A grande novidade fica por conta da previsão de parques eólicos marinhos (*offshore*) nos próximos anos, que devem aumentar significativamente a geração de energia renovável no país. Esses projetos estão previstos de serem instalados próximos à linha de costa, assegurando assim custos decrescentes de instalação face a baixas

profundidades. Ao tempo que possui enorme potencialidade de promover significativos impactos ambientais, seja na biodiversidade marinha e as pescarias, seja na sociodiversidade presente em comunidades costeiras que têm seus modos de vida e economias locais profundamente imbricadas com a integridade desse território marinho. Com isso, a pesca, agricultura, artesanato, turismo de base local são atividades econômicas que podem sucumbir frente a magnitude dos impactos socioambientais em perspectiva, com capacidade de desarticular definitivamente esses modos de vida. Já existem 18 projetos no Brasil em análise pelo órgão ambiental federal (Ibama) e os planos apontam um potencial muito superior aos projetos *onshore*.

Vale destacar ainda que Gorayeb et al (2018) descreveram processos fraudulentos em licenciamento ambiental em parques eólicos terrestres e Araújo et al (2020) analisaram as alegações exageradas e errôneas nos documentos de licenciamento de parques eólicos no Ceará. Assim, é possível que os sucessos do licenciamento de futuros parques eólicos, que fornecerão energia para a produção de H2V, dependam da invisibilização das comunidades de pescadores artesanais do litoral cearense, assim como de indígenas e quilombolas. E muito provavelmente deverá ocorrer a ampliação de conflitos ambientais nos territórios.

Além disso, alguns aspectos importantes ainda se configuram como grandes desafios a serem analisados e sanados, e que precisam ser expostos para posterior inclusão em novo regulamento. Um deles tem a ver com os recursos hídricos a serem utilizados na hidrólise da água para separação do hidrogênio e posterior produção do combustível. A resolução do Ceará, por exemplo, não trata sobre esse tema, mesmo que seja um tema sensível e ainda que a utilização de água em nível industrial necessite de outorga por órgão competente, seria importante que tivesse explícito na resolução ambiental.

A questão hídrica representa um desafio importante ao observarmos que o estado do Ceará possui 92,1% de seu território no semiárido (FUNCEME, 2015). O semiárido se caracteriza por possuir taxas muito elevadas de evaporação e evapotranspiração – o que provoca um déficit hídrico significativo ao longo do ano, levando a situações de insegurança e injustiça hídrica, principalmente no sertão central. Essa situação se confronta com a previsão do PL 725/22 e pode criar possíveis divergências, por excluir a ANA da competência de regulação do setor de hidrogênio no Brasil.

Considerações

O caminho trilhado pelos empresários do setor em articulação com o governo estadual busca converter o estado do Ceará em um exportador de hidrogênio verde em semelhança às demais *commodities* que caracterizam a exportação brasileira na atualidade. Essa economia tem produzido um legado de degradação ambiental de biomas, ecossistemas e deterioração de modos de vida associados a estes. Contribuindo sobremaneira com as próprias mudanças climáticas que pretendiam enfrentar. Dessa maneira, se assegura aos países do norte global uma descarbonização gradativa, com capacidade de permitir que conservem suas taxas de crescimento econômico, numa configuração de injustiça ambiental e climática aos moldes do que se denomina como colonialismo climático.

Cabe à sociedade levantar a estratégia alternativa de implementação de tecnologias do hidrogênio verde com potencial de impedir o aprofundamento

de um fosso representado pelas diferenças de descarbonização entre os países do norte e sul global. A transição energética precisa ser feita com justiça social e ambiental, promovendo a igualdade e a inclusão no sul, criando cadeias de abastecimento locais, indústrias verdes e empregos em países como o Brasil, e em regiões como a do nordeste brasileiro e estados como o Ceará, ricos em energias renováveis e com potencial de sua produção ser desassociada da degradação dos territórios, dos ambientes e das populações locais.

Os aspectos supracitados inscrevem a estratégia de hidrogênio verde no Ceará como uma experiência importante de ser monitorada, com a perspectiva de podermos analisar seus eventuais acertos e equívocos, interpretando seus caminhos e contribuindo para ajustes e reconduções estratégicas no Ceará e em outras unidades da federação.

Referências

ARAUJO, J. C. H.; SOUZA, W. F.; MEIRELES, A. J. A.; BRANNSTROM, C. Sustainability challenges of wind power deployment in Coastal Ceará State, Brazil. *Sustainability*, v. 12, n. 14, p. 5562, 2020

CEARÁ. Governo do Ceará e instituições parceiras lançam HUB de Hidrogênio Verde. In: SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. Fortaleza, 19 fev. 2021a. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/2021/02/19/governo-do-ceara-e-instituicoes-parceiras-lancam-hub-de-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 17 jul. 2021

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Nota Técnica: Bases para a Consolidação da Estratégia Brasileira do Hidrogênio. Brasília: Ministério de Minas e Energia; Empresa de Pesquisa Energética, 2021

GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C.; MENDES, J. S.; MEIRELES, A. J. A. Wind power gone bad: Critiquing wind power planning processes in northeastern Brazil. *Energy Research and Social Science*, v. 40, p. 82-88, 2018.

MARKETS AND MARKETS, 2020. Hydrogen Generation Market by Generation, Application (Petroleum Refinery, Ammonia Production, Methanol Production, Transportation, Power Generation), Technology (Steam Reforming, Water Electrolysis, & Others), Storage, and Region - Global Forecast to 2023

LINARDI, Marcelo (2008). Hidrogênio e Células a Combustível. *Economia & Energia*. Disponível em: https://ecen.com/eee66/eee66p/hidrogenio_e_celulas_a_combustivel.htm. ISSN 1518-2932. Ano XI - No 66. Fevereiro - Março

Cenários, desafios e
oportunidades para a
produção de hidrogênio
verde no Brasil: **uma
análise a partir do
estado do Ceará**

■■■ HEINRICH BÖLL STIFTUNG
RIO DE JANEIRO

br.boell.org