

Transição energética: o papel da CCEE na certificação do Hidrogênio de Baixo Carbono- *por Vanessa Marin, Camila Camilo, Micaela Prates, Lucas Major, e Eduardo Plínio Oliveira*

Introdução

As alterações climáticas, acompanhadas de catástrofes naturais que o mundo está vivendo, inegavelmente são resultado do aquecimento global causado pelo efeito estufa. Diante disso, há em andamento um pacto global na tentativa de reduzir tais efeitos, sendo a principal medida adotada, o investimento em práticas de descarbonização.

Políticas públicas estão sendo incluídas com objetivo de realizar uma transição energética para que os países possuam uma matriz de baixo carbono. Contudo, a alteração não é simples e demanda, além de questões estruturais e tecnológicas, questões sociais, políticas e econômicas.

A matriz energética brasileira é uma das mais renováveis do mundo, uma vez que mais de 80% da energia provém de fontes limpas. Contudo, o país tem potencial para expandir essa capacidade e ainda contribuir com outros países, especialmente por meio da exportação de hidrogênio de baixo carbono.

A aplicação de hidrogênio de baixo carbono tornou-se realidade no Brasil. Gradativamente, novos estudos são realizados para diminuir seu custo de produção e tornar-se mais competitivo frente às possibilidades de uso sem emissão de gases poluentes, além de estratégias futuras econômicas e ambientais, para os mercados nacional e internacional.

A produção de hidrogênio de baixo carbono, conhecido popularmente como hidrogênio verde (H2V), ocorre por meio da eletrólise da água utilizando-se fontes renováveis. A principal diferença entre este hidrogênio e o “hidrogênio cinza” é a intensidade de emissão de dióxido de carbono (CO₂). Enquanto o hidrogênio de baixo carbono é capaz de produzir combustível por meio de fontes limpas, sem a emissão de gases poluentes, o hidrogênio “cinza”, tipo mais utilizado de hidrogênio atualmente, é produzido por meio do gás natural. Neste contexto, o Brasil elenca um dos países favoritos no desenvolvimento deste insumo, por possuir características geográficas e climáticas favoráveis ao uso de fontes renováveis, o que facilita sua atuação estratégica na transição energética mundial.

No cenário global, a guerra entre Rússia e Ucrânia tornou-se fator determinante para que a Europa investisse ainda mais neste combustível e, conseqüentemente, se tornasse menos dependente do suprimento do gás russo. Este investimento desencadeou ainda mais estudos, no mundo todo, sobre o hidrogênio de baixo carbono. Em 2021, a União Europeia estabeleceu a meta de redução de gases

poluentes de 60% até 2030 e o Ministério de Minas e Energia (MME) se propôs a firmar uma parceria entre Brasil e Alemanha para estratégias de descarbonização, que visam a expansão do mercado de hidrogênio de baixo carbono. Como resultado, criou-se o programa de cooperação bilateral, H2Brasil, entre os dois países, que se faz uma oportunidade futura de descarbonização aliada à comercialização do insumo.

Inúmeras aplicações, como mobilidade, geração de energia, indústria entre outros setores da economia nacional e internacional, aliadas à favorabilidade das características climáticas, garantem um mercado visionário para o Brasil, que se prepara para a previsão de uso de hidrogênio nos próximos anos, com meta de se tornar o País mais competitivo na produção de hidrogênio de baixo carbono no mundo em 2030, com o intuito de obter vantagem comercial devido ao baixo custo frente a outros países. Além disso, o contexto de transição energética evidencia a possibilidade de negociações nacionais e internacionais, o que requer obrigatoriamente uma certificação de hidrogênio para a comprovação de que o processo de produção do insumo foi realizado por fontes renováveis.

No Brasil, a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) tornou-se responsável pelo desenvolvimento da certificação de hidrogênio. Esta atribuição evidencia sua importância para o setor elétrico e para o planejamento estratégico de demandas futuras, frente à previsão e às oportunidades de comercialização do hidrogênio de baixo carbono. Assim, desde 2021 a CCEE tem trabalhado constantemente, junto a outras entidades significativas para a cadeia de valor do insumo, para dois tipos de certificações: voluntária e regulada. Tais certificações, que comprovam o processo de hidrogênio de baixo carbono, são fatores fundamentais para que o Brasil se torne competitivo no mercado comercial global de hidrogênio, considerando-se que as principais demandas são internacionais.

Panorama da certificação de hidrogênio no mundo e suas principais características

A certificação do hidrogênio é definida como o processo de asseguarção de características técnicas que permeiam a produção, transporte e distribuição do hidrogênio e seus derivados em consonância com parâmetros, principalmente de sustentabilidade (como a emissão de gases de efeito estufa, usos de terra e de água, impacto na qualidade do ar, entre outros) e eventualmente até mesmo sociais (direitos trabalhistas, diversidade, igualdade e inclusão). A certificação objetiva, em última instância, permitir ao consumidor final do hidrogênio e seus derivados estar ciente da sua origem e processos produtivos, podendo assim realizar uma análise crítica quanto ao consumo de produtos com impacto ambiental.

Grande parte da regulação e sistemas de certificação existentes possuem foco na produção de hidrogênio puro e emissões do sistema de produção. Desta forma, tanto as emissões diretas, quanto as indiretas do processo de produção, bem como o transporte são incluídos na contabilização de emissões.

Quanto à estrutura dos sistemas de certificação, esta é, em geral, composta por: proprietário da estrutura de certificação, órgão de certificação, órgão de emissão, órgão de acreditação, entre outros. O proprietário responsável pela estrutura de certificação (*Certification Scheme Owners*) é uma entidade que realiza a construção do esquema como um todo e sua respectiva operação, podendo ser de origem privada ou pública.

Os órgãos de certificação, por sua vez, são aqueles responsáveis pela validação e verificação de que o esquema proposto pela entidade que estrutura a certificação foi obedecido, e o hidrogênio ou seu produto se encontram então em conformidade com a regulação. Já o órgão de emissão, tem por objetivo reavaliar, em última instância, se os requisitos da entidade que estrutura a certificação foram cumpridos pelo órgão de certificação e, apenas após essa validação, realizar a emissão e encaminhamento do certificado.

Por fim, os órgãos de acreditação são entidades responsáveis pelo acompanhamento e monitoramento dos órgãos de certificação, garantindo sua respectiva confiabilidade e integridade. Muitas vezes, tais órgãos operam em nome do estado, e podem até mesmo operar como intermediários entre diferentes órgãos de acreditação internacional, permitindo a integração entre sistemas diversos.

Com respeito às características técnicas do certificado, pode-se citar principalmente os modelos de cadeia de custódia (*chain of custody*) e os tipos de rótulo (*label*). Dentre os modelos de custódia, tem-se o modelo *Mass Balancing* onde o certificado sempre acompanha o respectivo produto físico, e o modelo *Book and Claim* onde há possibilidade de desacoplamento entre produto e certificado, podendo ambos serem negociados separadamente. Já com respeito aos tipos de rótulo, estes se dão em função do grau de especificação do produto, como por exemplo a fonte de produção, nível de emissão de gases estufa no processo de produção, entre outros[1].

Sob a perspectiva da experiência internacional, de forma geral, as estruturas de regulação dos sistemas de certificação apresentam diferenças consideráveis entre si, em função de características regionais. Tal divergência se apresenta, porém, como prejudicial aos investidores, que ao adentrarem em diferentes mercados podem se deparar com critérios que inviabilizem seus projetos.

Assim, é destacado na literatura[2] a necessidade de cooperação entre governos e agências, de forma a amenizar impactos e divergências regulatórias entre seus sistemas. Dentre os sistemas de certificação e regulação existentes e já em operação, pode-se citar o *UK Low Carbon Hydrogen Certification Scheme*, do Reino Unido, *EU Taxonomy*, da União Europeia, *Low-carbon Fuel Standard*, dos Estados Unidos, *China Hydrogen Alliance*, da China e *Low-Carbon Hydrogen Certification System*, do Japão. Ilustrando as diferenças regulatórias entre os sistemas, cita-se como exemplo os limites de emissão dos sistemas estadunidense e chinês, com limites de 0,45 e 14,5 kg CO₂-equivalent/kg H₂, respectivamente.

O papel da CCEE na certificação de Hidrogênio de Baixo Carbono

Com as perspectivas de crescimento da economia brasileira, e especialmente da transição energética, o mercado livre de energia elétrica assume uma nova dimensão e, nesse quadro, destaca-se naturalmente o papel desempenhado pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).

A CCEE é uma associação sem fins lucrativos, vital para viabilizar a comercialização de energia elétrica no país, realizando, entre outras atividades, o registro de toda a energia contratada, bem como a medição da energia produzida e consumida, contabilizando e liquidando as diferenças. Diante da sua expertise e de seu banco de dados, que consta com informações detalhadas do processo de geração dos agentes, e possíveis operadores do H₂V no país, a Câmara assume a condição de ser a primeira certificadora brasileira de hidrogênio de baixo carbono. Por ter uma visão sistêmica do setor elétrico, a CCEE pode avaliar os atributos mais diversos em seu processo para assegurar a origem dessa energia, permitindo inclusive que os compradores tenham a opção de selecionar o insumo certificado com menor custo para a produção do hidrogênio e ampliando, assim, a competitividade do Brasil frente aos concorrentes globais.

Considerado o combustível do futuro, o hidrogênio se apresenta como um negócio bastante promissor para o Brasil, sendo inclusive comparado como a possível “Arábia Saudita do hidrogênio verde”, referência no combustível do futuro, sendo certo que a demanda da certificação nasceu diante de uma necessidade voluntária do mercado, que tem como objetivo a exportação do combustível, tendo a Europa como a potencial compradora do hidrogênio brasileiro.

Por essa razão, desenvolveu-se uma minuciosa análise do padrão europeu, acompanhando-se as atualizações, especialmente nos fóruns internacionais[3]. Nesse caminho, em 2022, a CCEE passou a liderar um grupo de trabalho composto por diversos representantes da cadeia de hidrogênio, a fim de

compartilhar informações e discutir os requisitos da certificação. O grupo contou com a participação de diversas instituições, como a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), Banco Mundial, Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES), Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), acadêmicos, empresas fabricantes e consumidoras de hidrogênio, e fornecedoras de energia elétrica para as fábricas de hidrogênio.[4]

O resultado motivou as primeiras certificações para hidrogênio renovável produzidas pelo Brasil, feitas pela CCEE no ambiente voluntário, além de respaldar as discussões para a criação da certificação no ambiente regulado, cuja definição dos parâmetros está sendo discutida pelo congresso nacional.

Ainda que no ambiente regulado da certificação a CCEE tenha que trabalhar em colaboração com o Ministério de Minas e Energia (MME) e a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), na certificação voluntária, onde já atua de forma autônoma, a Câmara assume um importante papel no desenvolvimento da indústria nacional, viabilizando a exportação do insumo, e fomentando toda uma cadeia de produção, por meio do reconhecimento do atributo ambiental do hidrogênio e seus derivados produzidos no Brasil.

Os investimentos já resultaram nas primeiras certificações feitas pela CCEE, sendo importante destacar que está em andamento uma segunda versão da certificação, em conformidade com o regulamento europeu, publicado em julho de 2023[5], cujo reconhecimento da certificação pela União Europeia será requerido pela Câmara.

Certificação voluntária e exportação para a Europa

Em consonância com os propósitos da CCEE e buscando contribuir para o desenvolvimento de mercados de energia inovadores em benefício da sociedade, em 2022, a CCEE lançou um modelo inicial de certificação do hidrogênio.

Este modelo inicial contemplou a certificação de um volume de hidrogênio produzido por meio de fontes integrais e parcialmente renováveis dentro de um determinado intervalo, e informações técnicas atribuídas a identidade do certificado como os principais marcos temporais (data de inicial e final da avaliação, data de emissão e de expiração do certificado, dados do produtor, unidade de produção e local de origem e método).

Também, disponibilizou os dados de consumo e produção como: tipo(s) de fonte(s) de energia renovável e consumo de energia renovável, volume de consumo de energia renovável com autoprodução, volume de consumo de energia

sem comprovação de origem e o volume de hidrogênio produzido e, por fim, os dados atribuídos ao volume do hidrogênio certificado.

Importante salientar que esta iniciativa de implementar um modelo de certificação voluntária para produção de hidrogênio caracteriza um marco na história do setor elétrico nacional, o que permitirá fomentar a viabilização de investimentos nesta área, servindo como relevante componente de apoio no momento da tomada de decisão para aprovação de um determinado projeto.

Esta iniciativa também buscou atender os requisitos necessários para que a certificação estivesse alinhada aos padrões internacionais, visto que a Europa é um potencial comprador do hidrogênio Brasileiro e, deste modo, um universo de oportunidades surgirão ao país.

Cumpramos salientar que a versão inicial de certificação implementada pela CCEE procurou atender as atuais demandas vigentes no mercado, ou seja, em seus atributos priorizou pela abrangência do Hidrogênio, tendo como padrão de referência a versão de setembro de 2022 do Europeu REDII, e como rota de produção a Eletrólise por meio de todas as fontes de energia elétrica. A entrega do certificado será por meio de relatório em formato PDF e sem custos financeiros.

As versões futuras de certificação, claro, mantendo sempre as prioridades que o mercado demandar, contemplará uma evolução gradual na abrangência deste produto, que poderá contar com novas versões dos padrões europeus, programa nacional do hidrogênio ou, até mesmo, padrões de outros países. Além disso, poderá ter a abrangência de outros elementos como a Amônia, conexão com outros derivados, outras rotas de produção como reforma do biogás, conversão bioquímica da biomassa e hidrogênio azul. A entrega do certificado ocorrerá via *token* em *block chain*, solicitação e gestão via sistema (a ser desenvolvido) e a um determinado custo financeiro para cobrir os custos referentes a implementação de todos esses recursos adicionais para emissão do certificado.

A fim de facilitar o processo de certificação, a CCEE disponibilizou em seu *website* um ambiente destinado exclusivamente para o tema de certificação de energia. Por meio dela, é possível verificar os benefícios da versão inicial da Certificação do Hidrogênio, além de acompanhar o passo a passo para solicitação da certificação, acessar o Manual de Certificação de Hidrogênio, que contém todo o detalhamento de processo e regulamentação disponível. Adicionalmente, verifica-se o equacionamento algébrico necessário para realizar os cálculos utilizados em dados que são disponibilizados no certificado, além de perguntas e respostas sobre o tema.

Ambiente Regulado da Certificação

A expectativa é de que o Brasil se torne o grande exportador mundial do Hidrogênio Verde, considerando sua matriz energética e seu potencial de produção do insumo. Contudo, para tanto, considerando as exigências do mercado externo, a regulamentação do H2V é primordial e tem sido, inclusive, considerada prioritária para o Congresso Nacional.

Atualmente, estão em andamento no Congresso Nacional dois projetos de lei relevantes sobre o tema. Em dezembro de 2023, foi aprovada pela Comissão Especial para Debate de Políticas Públicas sobre Hidrogênio Verde do Senado o Projeto de Lei 5.816/2023 que cria um marco legal^[6] para o setor. No momento, o projeto se encontra na Câmara dos Deputados para avaliação e votação. O segundo, PL 2308/2023, teve início na Câmara e atualmente se encontra no Senado para revisão. Ambos os projetos se assemelham em muitos pontos e se complementam, e buscam, por exemplo, definir, o conceito de Hidrogênio de Baixo Carbono, Hidrogênio Verde e do certificado de hidrogênio. Discorrem também sobre os princípios e objetivos da política de incentivo ao hidrogênio de baixo carbono, sobre a produção, usos e aplicações, diretrizes de riscos, incentivos tributários, investimentos e do Sistema Brasileiro de Certificação do Hidrogênio.

A regulamentação é fundamental para a segurança jurídica, seja para investimentos estrangeiros, seja para participar de leilões internacionais, ou mesmo para fomentar a indústria nacional e a capacitação de mão de obra especializada.

Segundo estudo feito pela Hinicio^[7], consultoria especializada em transição energética, os papéis da governança de um sistema de certificação bem estruturado são: a avaliação de produtores e a validação dos critérios dentro da regulação, a emissão do certificado, definição das regras e requisitos, implementação das regras estabelecidas, manter registros e infraestrutura técnica de certificados e operar em um sistema de mercado.

Para que a certificação seja válida, há, ainda, um conjunto de características que compõe o seu funcionamento, sendo eles: o modelo de custódia, rotas tecnológicas e limites, intensidade do carbono e caracterização da energia.

O H2 pode ser produzido de diversas maneiras, denominado de rotas tecnológicas, e o objetivo dessa certificação é justamente mapear a forma como ele é produzido. Um ponto de destaque nesse cenário é a produção feita por eletrólise, pois nela é necessário observar a caracterização da energia elétrica utilizada. Nas demais rotas, o que se observa são os diferentes atributos e insumos utilizados na produção do hidrogênio. Em relação ao limite de emissão de carbono, existem faixas para que se avalie e seja classificado dentro do rótulo em cada esquema de certificação.

A caracterização da energia é um assunto no qual exige atenção, pois a partir do momento em que se inicie a produção, se faz necessário garantir que não resulte em um aumento de emissões de carbono na produção de energia elétrica quando se tenha o direcionamento para a produção do hidrogênio, e que não falte energia no sistema para atendimento da população.

A proposta do funcionamento do ambiente regulado de Hidrogênio de Baixo Carbono está em fase de validação pelo MME, após trabalho em conjunto com a CCEE. A proposta consiste em registrar de forma centralizada todos os certificados, a contabilização nacional de todas as rotas, enquadramento nos mecanismos de incentivo do Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2), controle de eletrólise e consistência com o mercado de carbono. A solução que a CCEE encontrou para assegurar a integridade ambiental associado aos contratos foi a criação de uma plataforma de certificação de energia.

Conclusão

A transição energética mundial para uma matriz sustentável é uma medida obrigatória e que vem ocorrendo de maneira acelerada devido às visíveis alterações climáticas que assolam o planeta.

O Brasil, como um país continental e que possui, por natureza, uma matriz elétrica limpa, tem grande importância, podendo sua relevância ser ainda maior, com a exportação do Hidrogênio de Baixo Carbono. Nesse contexto, a certificação do hidrogênio se torna essencial para a efetivação de uma transição energética sustentável, estimulando uma economia global voltada à descarbonização.

A CCEE, pioneira na questão da certificação no Brasil, devido a sua expertise e banco de dados, se tornou fundamental nesse progresso, seja na certificação voluntária, na qual já atua, seja na questão regulada, na qual opera de forma colaborativa com o governo para que seja possível seu breve início. No âmbito voluntário, a CCEE já se posicionou que irá oferecer o sistema de certificação necessário para cumprimento dos requisitos necessários no primeiro leilão global de hidrogênio (H2-Global), o que demonstra a importância da certificação para o crescimento da economia.

A regulamentação do hidrogênio de baixo carbono também é essencial para a evolução do setor elétrico, uma vez que ao garantir a segurança jurídica, promove investimentos e o desenvolvimento de diversas áreas, seja estrutural, tecnológica ou social. Sendo certo, que após a consolidação da regulação, ainda em trâmite do congresso nacional, somada à certificação voluntária já em curso, o Brasil possui potencial para despontar como um dos principais exportadores de hidrogênio do mundo.

Com esse objetivo, atualmente, o nordeste brasileiro, especialmente o Ceará, já se destaca como um polo de potencial produtor de hidrogênio de baixo carbono, já tendo algumas usinas piloto, inclusive, em operação. Além disso, a Petrobras já estuda substituir hidrogênio fóssil por renovável nas refinarias, o que chancela a intenção do país em realizar uma transição energética sustentável.

As vantagens ecológicas que a utilização do Hidrogênio de Baixo Carbono pode ocasionar diante de uma transição energética sustentável são inegáveis, e pode-se dizer que até compulsórias, diante do cenário climático atual que enfrentamos. No entanto, toda alteração precisa ser feita de forma ordenada, e seus riscos e problemas calculados, especialmente quanto aos custos, uma vez que os valores de toda a cadeia de produção acabam sendo repassados aos consumidores finais.

Agradecimentos

Agradecemos à equipe de capacitação da #nossaCCEE, por todo o ensinamento e paciência proporcionados nos últimos meses, aos colegas pelas discussões e amizades que se formaram, e especialmente ao Ricardo Gedra, nosso padrinho, por toda a disponibilidade, atenção e entusiasmo em colaborar com a elaboração deste artigo.

Bibliografia:

Certificação de Energia. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. 2023. Disponível em: "https://www.ccee.org.br/en/web/guest/certificacao_de_energia".

Cooperação Brasil-Alemanha, Mercado de Hidrogênio Verde e Power to X: Demanda por Capacitações Profissionais, 2023.

GEDRA, Ricardo e RAMOS, Gabriel. XIX ERIAC. Décimo nono encontro regional ibero-americano do CIGRE. Otimização do fator de capacidade de geração para produção de hidrogênio, 2023.

Hinicio, Guía para la Implementación de un Sistema de Certificación de hidrógeno en la Región LAC, 2023

IEA, International Energy Agency. Towards hydrogen definitions based on their emissions intensity, 2023.

IPHE, International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy. Hydrogen Certification 101, 2023.

IRENA, International Renewable Energy Agency. Geopolitics of the Energy Transformation The Hydrogen Factor, 2022.

Roland Berger, Green hydrogen opportunity in Brazil, 2022.

Senado Federal. Comissão do Hidrogênio Verde aprova marco legal. 2023.

Disponível em

“<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2023/12/14/comissao-do-hidrogenio-verde-aprova-marco-legal-texto-segue-para-a-camara>”

[1] IPHE, International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy. Hydrogen Certification 101, 2023.

[2] IEA, International Energy Agency. Towards hydrogen definitions based on their emissions intensity, 2023.

[3] GEDRA, Ricardo. Certificação do Hidrogênio produzido no Brasil. Hidrogênio Verde: perspectivas jurídicas, regulatórias e técnicas. 2022, Editora Synergia, Tomo 1, Cap. 4, p. 65.

[4] Ibidem, p. 67.

[5] Por meio da Commission Delegated Regulation EU 2023/1184 e EU 2023/1185

[6] <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2023/12/14/comissao-do-hidrogenio-verde-aprova-marco-legal-texto-segue-para-a-camara>

[7] Guía para la Implementación de un Sistema de Certificación de hidrógeno en la Región LAC, 2023