

RELATÓRIO DE ESTUDO CERTIFICAÇÕES HIDROGÊNIO VERDE

O hidrogénio verde é um tipo de hidrogénio produzido através da utilização de energia renovável para dividir a água em hidrogénio e oxigénio através de um processo denominado eletrólise¹. É uma fonte de energia limpa que pode ajudar a reduzir as emissões e a descarbonizar vários sectores, como os transportes, o aquecimento e a indústria². O hidrogénio verde tem muitos benefícios, tais como:

- Pode armazenar e transportar energia renovável a longas distâncias³.
- Pode produzir calor a alta temperatura sem emissões de gases com efeito de estufa.
- Pode ser misturado nos gasodutos de gás natural existentes ou utilizado para produzir amoníaco verde¹.
- Pode ser utilizado como combustível para veículos, aeronaves e navios que são difíceis de energizar².
- Pode aumentar a independência energética regional dos países com abundantes recursos energéticos renováveis, mas com reservas limitadas de combustíveis fósseis.

No entanto, o hidrogénio verde enfrenta vários desafios e obstáculos para aumentar a sua produção e adoção, tais como:

- **Custo:** O custo da produção de hidrogénio verde é atualmente mais elevado do que o da produção de hidrogénio convencional, o que o torna menos competitivo no mercado¹. O custo das fontes de energia renováveis e do equipamento para a eletrólise são alguns dos fatores que contribuem para o elevado custo da produção de hidrogénio verde.

¹ TUEV SUED provides GreenHydrogen certification | TÜV SÜD - Tuv Sud.
<https://www.tuvsud.com/en/press-and-media/2020/february/tuev-sued-provides-greenhydrogen-certification>.

² Green Hydrogen certification | TÜV Rheinland. <https://www.tuv.com/landingpage/en/hydrogen-technology/main-navigation/certification-%E2%80%9Cgreen-hydrogen%E2%80%9D/>.

³ Decarbonising End-use Sectors: Green Hydrogen Certification - IRENA.
<https://www.irena.org/publications/2022/Mar/The-Green-Hydrogen-Certification-Brief>.

- **Infraestrutura:** A infraestrutura de produção, armazenamento e distribuição do hidrogênio verde ainda não está bem desenvolvida, o que limita a sua adoção². A infraestrutura existente para a produção de hidrogênio convencional não é adequada para a produção de hidrogênio verde, que requer um conjunto diferente de equipamentos e processos. Exige também o desenvolvimento de uma rede de instalações de produção de hidrogênio, de condutas ou de outros sistemas de transporte e de estações de reabastecimento ou de distribuição.
- **Armazenamento:** O armazenamento do hidrogênio é ainda demasiado volátil, o que representa um risco para a segurança². O armazenamento de hidrogênio também requer grandes volumes de espaço, o que pode ser um desafio nas zonas urbanas¹.
- **Incertezas entre a oferta e demanda:** As fontes de demanda de hidrogênio verde são bastante limitadas, com a procura industrial de aço, cimento e fertilizantes a constituir a grande maioria das utilizações industriais do hidrogênio². Esta base de procura estreita dificulta a correspondência entre a oferta e demanda, o que pode levar a ineficiências e a custos mais elevados.
- **Política:** O sector industrial do hidrogênio verde está a dar os primeiros passos e necessita de uma política industrial específica¹. São necessárias políticas de apoio ao hidrogênio verde para ultrapassar os obstáculos à sua adoção, incluindo os custos, os obstáculos técnicos e a falta de procura. As políticas devem também estar alinhadas com os objetivos climáticos e as transições energéticas dos diferentes países e regiões.
- **Obstáculos técnicos:** Há ainda obstáculos técnicos a ultrapassar na produção, armazenamento e distribuição do hidrogênio verde². Por exemplo, a eficiência da eletrólise tem de ser melhorada para reduzir o custo da produção de hidrogênio verde. Há também desafios para garantir a qualidade e a pureza do hidrogênio verde e dos seus derivados.

Uma maneira de superar alguns desses desafios é estabelecer um sistema de certificação para o hidrogênio verde que possa verificar sua produção e transporte ecologicamente corretos. Um sistema de certificação pode criar transparência e confiança

entre produtores, consumidores e reguladores. Também pode estimular a demanda e facilitar o comércio de hidrogênio verde além das fronteiras. Um sistema de certificação também pode fornecer incentivos para reduzir as emissões de gases de efeito estufa ao longo de toda a cadeia de valor do hidrogênio verde.

Um sistema de certificação para hidrogênio verde pode ajudar a superar algumas das barreiras à sua adoção, fornecendo informações confiáveis sobre seus benefícios ambientais, criando sinais de mercado para sua demanda e oferta, permitindo o comércio e a cooperação transfronteiriços e apoiando o desenvolvimento e a implementação de políticas. No entanto, um sistema de certificação também enfrenta alguns desafios, como garantir a harmonização entre regiões e países, evitar dupla contagem ou fraude, garantir a rastreabilidade ao longo da cadeia de valor e equilibrar custos e benefícios para as partes interessadas. Portanto, um sistema de certificação deve ser projetado com consideração cuidadosa desses fatores e com o envolvimento das partes interessadas.

Este relatório discutirá em detalhes as perspectivas globais da certificação de hidrogênio verde. O relatório abordará os seguintes tópicos:

- **Introdução:** Uma visão geral do hidrogênio verde e seu papel na transição energética, e o conceito e objetivos da certificação de hidrogênio verde.
- **Perspectivas regionais:** Os principais projetos, investimentos e critérios para a certificação de hidrogênio verde em diferentes países e regiões, e o potencial para comércio e cooperação transfronteiriça.
- **Iniciativas globais:** as iniciativas e organizações que estão trabalhando para desenvolver ou promover estruturas e diretrizes comuns para a certificação de hidrogênio verde em nível global e as oportunidades e desafios para harmonização e reconhecimento de certificados.
- **Benefícios e desafios:** Os benefícios e desafios da certificação de hidrogênio verde de várias perspectivas, como criação de mercado, apoio a políticas, descarbonização, qualidade de dados, custos de verificação e conscientização do consumidor.
- **Conclusão:** As principais conclusões e mensagens do relatório, e algumas perspectivas e sugestões para futuras pesquisas e ações na certificação de hidrogênio verde.

Em conclusão, embora o hidrogênio verde seja uma promessa significativa para ajudar a atender à demanda global de energia, contribuindo para as metas de ação climática, ainda existem vários desafios e barreiras para sua adoção. Superar esses desafios exigirá esforços conjuntos de governos, indústria e outras partes interessadas. Um sistema de certificação de hidrogênio verde pode ser uma das ferramentas para facilitar esse processo, criando transparência e confiança entre os agentes do mercado. O hidrogênio verde pode desempenhar um papel fundamental na transição global para uma economia de emissões líquidas zero até 2050.

1. INTRODUÇÃO

O hidrogênio verde é o hidrogênio produzido a partir de fontes de energia renováveis, como eólica, solar, hídrica ou biomassa. É considerada uma alternativa limpa e sustentável aos combustíveis fósseis, pois não emite gases de efeito estufa (GEE) durante sua produção ou uso. No entanto, nem todo hidrogênio é verde, pois alguns métodos de produção ainda dependem de combustíveis fósseis ou emitem GEE. Portanto, existe a necessidade de uma maneira confiável e transparente de rastrear e verificar a origem e o impacto ambiental do hidrogênio.

A certificação de hidrogênio verde é um processo que visa fornecer essa garantia, documentando o método de produção, a fonte de energia, as emissões de GEE e outros atributos do hidrogênio. Envolve verificação independente por terceiros, como TÜV SÜD⁴ ou TÜV Rheinland, com base em padrões e critérios aceitos internacionalmente. Um certificado para hidrogênio verde pode ser emitido se o hidrogênio atender a certos limites de potencial de redução de GEE em comparação com combustíveis fósseis. Por exemplo, de acordo com TÜV SÜD¹, o hidrogênio verde produzido por eletrólise deve ter um potencial de redução de GEE de pelo menos 75 por cento.

A certificação de hidrogênio verde pode beneficiar várias partes interessadas na cadeia de valor do hidrogênio, como produtores, distribuidores, usuários e reguladores. Pode criar transparência e confiança no mercado, aumentar a demanda e o fornecimento

⁴ Green Hydrogen Certification | TÜV SÜD. <https://www.tuvsud.com/en/themes/hydrogen/hydrogen-services-that-enable-safety-for-your-ideas/green-hydrogen-certification>.

de hidrogênio verde, permitir a transferibilidade e o comércio entre regiões e setores e apoiar metas políticas e incentivos para a descarbonização. Também pode ajudar a diferenciar entre vários tipos de hidrogênio com base em seu desempenho ambiental, como hidrogênio renovável, hidrogênio de baixo carbono, hidrogênio azul (com captura e armazenamento ou utilização de carbono), hidrogênio turquesa (da pirólise do metano), hidrogênio rosa (da energia nuclear) ou hidrogênio neutro em carbono³.

A certificação de hidrogênio verde ainda é um campo emergente que enfrenta alguns desafios e oportunidades para um maior desenvolvimento. Algumas delas incluem harmonizar padrões e metodologias entre regiões e setores, garantir a qualidade e integridade dos dados ao longo da cadeia de valor, abordar barreiras técnicas e econômicas para medir e rastrear atributos de hidrogênio e promover a cooperação internacional e o reconhecimento de certificados. À medida que a demanda por hidrogênio verde cresce em todo o mundo, a certificação de hidrogênio verde desempenhará um papel fundamental para garantir sua credibilidade e sustentabilidade.

2. PERSPECTIVAS GLOBAIS

A perspectiva global para a certificação de hidrogênio verde é positiva, pois mais países e regiões estão desenvolvendo ou implementando políticas e regulamentações para apoiar a produção e o uso de hidrogênio verde.

VOLUNTARY MARKET		MANDATORY MARKET
Aichi Prefecture Low Carbon Hydrogen Certification	China Hydrogen Alliance Standard and Assessment for Low Carbon Hydrogen, Clean Hydrogen, and Renewable Hydrogen Energy	California Air Resources Board Low Carbon Fuel Standard
Australian Clean Energy Regulator* Hydrogen Guarantee of Origin	Green Hydrogen Organisation Green Hydrogen Standard	European Commission* Renewable Energy Directive (RED II)
CertifHy Green and Low-Carbon Hydrogen Certification	Smart Energy Council Zero Carbon Certification Scheme	UK Department for Business, Energy & Industrial Strategy Low Carbon Hydrogen Standard
CEN-CENELEC* Joint Technical Committee 6	TÜV SÜD CMS 70	UK Department for Transport Renewable Transport Fuel Obligation
		US Department of Energy** Clean Hydrogen Production Standard

*in development.

**in development for specific program eligibility.

Europa: A União Europeia está desenvolvendo uma estrutura comum para a certificação de hidrogênio verde sob a Diretiva de Energia Renovável II (RED II), que estabelece um limite de redução de emissão de gases de efeito estufa de 70% em comparação com combustíveis fósseis para renováveis e de baixo hidrogênio carbono. A UE também apoia várias iniciativas e projetos para promover a produção e o comércio de hidrogênio verde, como HyDeal Ambition, que visa fornecer 3,6 milhões de toneladas de hidrogênio verde por ano na Europa Ocidental até 2030¹, Reckaz, que planeja construir 30 GW de energia solar e 20 GW de capacidade de eletrólise no Cazaquistão para exportar hidrogênio verde para a Europa⁵ e NorthH2, que envolve Shell, Equinor, RWE, Gasunie e

⁵ TUEV SUED provides GreenHydrogen certification | TÜV SÜD. <https://www.tuvsud.com/en/press-and-media/2020/february/tuev-sued-provides-greenhydrogen-certification>.

Groningen Seaports para produzir um milhão de toneladas de hidrogênio verde por ano a partir da energia eólica offshore na Holanda até 2040⁶.

Ásia-Pacífico: A região da Ásia-Pacífico está emergindo como um grande mercado e produtor de hidrogênio verde, com vários países anunciando metas e projetos ambiciosos. Por exemplo, a Austrália está desenvolvendo o Centro Asiático de Energia Renovável, que visa produzir 14 GW de hidrogênio verde a partir de 26 GW de energia eólica e solar na Austrália Ocidental para mercados domésticos e de exportação⁷. O Japão planeja importar 300.000 toneladas de hidrogênio verde por ano até 2030 e três milhões de toneladas até 2050 de várias fontes, incluindo Austrália, Brunei, Arábia Saudita e Chile⁴. A China está investindo pesadamente na produção e consumo de hidrogênio verde, com projetos como a Zona de Demonstração de Energia Renovável de Zhangjiakou, que produzirá 10 GW de hidrogênio verde a partir de energia eólica e solar para os Jogos Olímpicos de Inverno de 2022 e além⁴.

América do Norte: Os Estados Unidos e o Canadá também anunciaram planos e projetos para impulsionar o desenvolvimento do hidrogênio verde. O Departamento de Energia dos EUA lançou a iniciativa Hydrogen Shot, que visa reduzir o custo do hidrogênio limpo em 80% para US\$ 1 por quilo em uma década⁸. A AES Corporation está investindo em conjunto em um projeto de hidrogênio verde de mega escala de US\$ 4 bilhões no Texas, que combinará 1,4 GW de nova energia eólica e solar com um eletrolisador de 1 GW para abastecer os mercados industrial e de transporte⁹. O Canadá lançou uma estratégia nacional de hidrogênio, que estabelece uma meta de produzir cinco milhões de toneladas de hidrogênio de baixo carbono por ano até 2030, com foco em hidrogênio verde de recursos hidrelétricos, eólicos e solares¹⁰.

⁶ Green Hydrogen certification | TÜV Rheinland. <https://www.tuv.com/landingpage/en/hydrogen-technology/main-navigation/certification-%E2%80%9Cgreen-hydrogen%E2%80%9D/>.

⁷ Decarbonising End-use Sectors: Green Hydrogen Certification - IRENA.

<https://www.irena.org/publications/2022/Mar/The-Green-Hydrogen-Certification-Brief>.

⁸ Green Hydrogen Certification | TÜV SÜD in India. <https://www.tuvsud.com/en-in/themes/hydrogen/hydrogen-services-that-enable-safety-for-your-ideas/green-hydrogen-certification>.

⁹ Nine of the Largest Green Hydrogen Projects 2022. <https://fuelcellsworks.com/news/nine-of-the-largest-green-hydrogen-projects-2022/>.

¹⁰ Green Hydrogen | AES. <https://www.aes.com/green-hydrogen>.



3. CENÁRIO ESTADOS UNIDOS: DOT & CARB

A situação atual nos EUA na certificação de hidrogênio verde é que não há padrão ou esquema federal definitivo para certificar sistemas de produção de hidrogênio verde, mas existem algumas iniciativas e projetos nos níveis estadual e industrial para desenvolver e promover o hidrogênio verde. Alguns dos principais projetos, investimentos e critérios para certificação de hidrogênio verde em diferentes estados são:

O Departamento de Transporte dos EUA (DOT), essa agência federal supervisiona os sistemas de transporte do país e garante sua segurança, eficiência e acessibilidade. Uma das áreas em que o DOT está envolvido é a regulamentação e promoção de tecnologias de hidrogênio e células de combustível para aplicações de transporte¹¹.

O DOT possui vários escritórios e agências que lidam com diferentes aspectos do transporte de hidrogênio e célula de combustível, como:

¹¹ U.S. Department of Energy Hydrogen Program: DOE Hydrogen Program. <https://www.hydrogen.energy.gov/>.

- A Federal Transit Administration (FTA), que apóia o desenvolvimento e implantação de ônibus movidos a hidrogênio e célula de combustível por meio de doações, assistência técnica e pesquisa².
- A Federal Railroad Administration (FRA), que apóia o desenvolvimento e a demonstração de locomotivas e veículos ferroviários movidos a hidrogênio e células de combustível por meio de doações, regulamentações e pesquisas³.
- A Administração de Segurança de Oleodutos e Materiais Perigosos (PHMSA), que regula o transporte seguro de hidrogênio por oleoduto, caminhão, trem e navio, desenvolve códigos e padrões para infraestrutura de hidrogênio.
- A National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), que regula o desempenho de segurança de veículos e componentes movidos a hidrogênio e célula de combustível, desenvolve códigos e padrões para sistemas de armazenamento de hidrogênio.
- A Federal Aviation Administration (FAA), que apóia a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias de hidrogênio e células de combustível para aplicações de aviação, como unidades auxiliares de energia, equipamentos de apoio terrestre e propulsão de aeronaves.

Para certificar o hidrogênio verde, o DOT segue as diretrizes e padrões estabelecidos pelo Departamento de Energia dos EUA (DOE), que lidera os esforços federais para promover o hidrogênio e o combustível de tecnologias celulares em vários setores. O DOE desenvolveu uma Estratégia e Roteiro Nacional de Hidrogênio Limpo, que fornece uma visão abrangente do status atual e do potencial futuro do hidrogênio limpo nos EUA, bem como as ações necessárias para acelerar sua produção, entrega, armazenamento e uso¹².

A estratégia e o roteiro definem o hidrogênio verde como o hidrogênio que tem uma intensidade de carbono inferior a 2 quilos de dióxido de carbono equivalente por quilo de hidrogênio. A estratégia e o roteiro também estabelecem critérios de qualidade para hidrogênio de baixo carbono e hidrogênio limpo, que são hidrogênio produzido a

¹² U.S. National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap. <https://www.hydrogen.energy.gov/clean-hydrogen-strategy-roadmap.html>.

partir de outras fontes de baixo carbono ou limpas, como energia nuclear ou combustíveis fósseis com captura e armazenamento ou utilização de carbono.

A estratégia e o roteiro são baseados em uma abordagem de análise de ciclo de vida que considera as emissões da produção de matéria-prima, produção de combustível, transporte e uso. A estratégia e o roteiro também propõem um sistema de rastreamento e verificação para certificados de hidrogênio limpo, que representam o valor ambiental do hidrogênio produzido a partir de fontes renováveis ou de baixo carbono¹³.

O estado da Califórnia é responsável pelo programa **California Air Resources Board (CARB)** que é uma agência estadual que implementa e aplica políticas e programas de qualidade do ar e mudanças climáticas na Califórnia¹⁴. Um dos programas que o CARB administra é o Low Carbon Fuel Standard (LCFS), que é projetado para diminuir a intensidade de carbono do pool de combustível de transporte da Califórnia e fornecer uma gama crescente de alternativas renováveis e de baixo carbono.

O LCFS se aplica ao hidrogênio verde, que é o hidrogênio produzido a partir de fontes de energia renováveis, como energia eólica, solar ou hidrelétrica, bem como outros tipos de hidrogênio de baixo carbono, como o hidrogênio produzido a partir de combustíveis fósseis com captura e armazenamento ou utilização de carbono. O LCFS exige que os fornecedores de combustível relatem a intensidade de carbono de seus combustíveis com base em uma análise de ciclo de vida que contabiliza as emissões da produção de matéria-prima, produção de combustível, transporte e uso¹⁵.

Para certificar o hidrogênio verde, os fornecedores de combustível precisam solicitar um caminho de combustível com CARB, que é um método de produção e entrega de um tipo específico de combustível com uma intensidade de carbono específica. A CARB avalia as aplicações e certifica as vias com base no Regulamento LCFS e no modelo CA-GREET, que é uma ferramenta para estimar as emissões de gases de efeito estufa de combustíveis de transporte.

¹³ HYDROGEN STRATEGY - Department of Energy.

https://www.energy.gov/sites/prod/files/2020/07/f76/USDOE_FE_Hydrogen_Strategy_July2020.pdf.

¹⁴ Low Carbon Fuel Standard | California Air Resources Board. <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/low-carbon-fuel-standard>.

¹⁵ LCFS Guidance Documents, User Guides, and FAQs | California Air <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/low-carbon-fuel-standard/lcfs-guidance-documents-user-guides-and-faqs>.

As vias certificadas recebem um valor de intensidade de carbono, que representa a quantidade de emissões de gases de efeito estufa por unidade de energia de combustível fornecida e consumida na Califórnia. Os valores de intensidade de carbono são usados para calcular os créditos ou déficits gerados por cada fornecedor de combustível sob o LCFS. Os créditos são gerados por combustíveis com intensidade de carbono menor que o padrão anual, enquanto os déficits são gerados por combustíveis com intensidade de carbono maior que o padrão.

O LCFS opera como um programa baseado no mercado, onde os fornecedores de combustível podem negociar créditos e déficits entre si ou com outras entidades para cumprir o programa. O LCFS também fornece incentivos para o desenvolvimento e implantação de combustíveis com baixo teor de carbono, como o hidrogênio verde, recompensando os fornecedores de combustível com valores de crédito mais altos para combustíveis com menor intensidade de carbono.

4. CENÁRIO UNIÃO EUROPEIA: CertifHy & CEN-CENELEC JTC 6

A União Europeia desenvolveu o esquema de certificação para hidrogênio verde, chamado **CertifHy**¹⁶, que é apoiado pela Comissão Europeia e implementado por um consórcio de parceiros industriais e de pesquisa.

CertifHy é um esquema não governamental para certificar a origem e a intensidade de carbono do hidrogênio produzido a partir de fontes renováveis ou de baixo carbono.

A CertifHy emite garantias de origem (GOs) para cada quilo de hidrogênio produzido, que pode ser registrado e comercializado no mercado da UE por meio de uma plataforma de registro dedicada¹⁷.

O processo de certificação da CertifHy possui quatro etapas de certificação: solicitação, auditoria, emissão e transferência/cancelamento¹⁸:

- A etapa de aplicação envolve o envio pelo produtor de informações e documentos relevantes ao organismo de certificação, como o dispositivo de produção, a matéria-prima, a fonte de energia e a pegada de carbono.

¹⁶ Hydrogen Certification - Clean Hydrogen Partnership. <https://www.certifhy.eu/>.

¹⁷ CertifHy Documents - CertifHy. <https://www.certifhy.eu/certifhy-documents/>.

¹⁸ Steps of Certification - CertifHy. <https://www.certifhy.eu/steps-of-certification/>.

- A etapa de auditoria envolve o organismo de certificação verificando a conformidade do produtor com os requisitos do esquema CertifHy, como os critérios de elegibilidade, os métodos de cálculo e os sistemas de medição.
- A etapa de emissão envolve o órgão emissor criando e alocando as GOs na conta do produtor na plataforma cadastral, com base nos dados verificados de produção e intensidade de carbono.
- A etapa de transferência/cancelamento envolve o produtor ou qualquer outro correntista transferindo ou cancelando GOs na plataforma de registro, dependendo de sua intenção de uso ou reclamação.

Além do esquema CertifHy, a União Europeia desenvolveu o órgão **CEN-CENELEC JTC 6**. É um dos órgãos técnicos que desenvolvem padrões para tecnologias de hidrogênio na Europa¹⁹. O comitê está tratando de dispositivos e conexões para produção, armazenamento, transporte e distribuição, medição e uso de hidrogênio de fontes renováveis de energia e outras fontes.

Para certificar o hidrogênio verde, o comitê segue um roteiro de padronização do hidrogênio publicado pela Comissão Europeia em março de 2023²⁰. O roteiro fornece uma visão abrangente das lacunas, desafios e necessidades de padronização em toda a cadeia do hidrogênio, juntamente com as etapas já tomadas pela indústria. Inclui ainda um conjunto de recomendações para agilizar e acelerar o processo de desenvolvimento de normas, em linha com a Estratégia Europeia de Normalização de 2 de fevereiro de 2022²¹.

O projeto baseia-se no trabalho da European Clean Hydrogen Alliance, criada pela Comissão para apoiar a implantação em larga escala de tecnologias de hidrogênio limpo até 2030. O objetivo do plano é dotar as empresas de um quadro regulamentar e de normalização estável, de forma a assegurar a soberania tecnológica da Europa nesta área

¹⁹ Hydrogen - CEN-CENELEC. <https://www.cenelec.eu/areas-of-work/cen-sectors/energy-and-utilities-cen/hydrogen/>.

²⁰ CEN and CENELEC welcome the new roadmap on hydrogen standardization. <https://www.cenelec.eu/news-and-events/news/2023/press-release/2023-03-02-roadmap-hydrogen-standardization/>.

²¹ CEN AND CENELEC WELCOME THE NEW ROADMAP ON HYDROGEN STANDARDIZATION. https://www.cenelec.eu/media/CEN-CENELEC/News/Press%20Releases/2023/pr_hydrogen-roadmapfinal.pdf.

e contribuir para a sua descarbonização. Também cria as condições para permitir que os padrões da UE se tornem referências globais para tecnologias de hidrogênio.

O processo CEN-CENELEC JTC 6 envolve a colaboração com outros comitês técnicos, como CEN/TC 268 “Recipientes criogênicos e aplicações específicas de tecnologias de hidrogênio” e CEN/TC 234 “Infraestrutura de gás”³, bem como com outras partes interessadas da indústria, pesquisa, política e sociedade civil. O comitê também atende a solicitações de padronização da Comissão Europeia, que definem as prioridades e prazos para o desenvolvimento de normas específicas.

5. CENÁRIO ALEMANHA: TÜV RHEINLAND STANDARD & TÜV SÜD

A Alemanha adotou a **National Hydrogen Strategy (NWS)** para atingir suas metas de proteção climática e mitigar as mudanças climáticas. A estratégia visa construir uma capacidade de produção de **5 GW** de hidrogênio verde até 2030, usando eletricidade de fontes renováveis²².

Existem várias iniciativas e normas para a certificação do hidrogênio verde na Alemanha, tais como:

- **TÜV Rheinland Standard H2.21 Renewable and Low-Carbon Hydrogen Fuels**, que permite aos fabricantes, distribuidores ou usuários de hidrogênio renovável e de baixo carbono documentar sua produção ecologicamente correta²³.
- **TÜV SÜD Standard CMS 70 Green Hydrogen**, que verifica a qualidade e a sustentabilidade do hidrogênio desde a produção até o transporte e consumo²⁴.
- **CertifHy**, que é uma estrutura em toda a Europa para a geração de garantias de origem para hidrogênio verde e de baixo carbono²⁵.

TÜV Rheinland Standard H2.21 Renewable and Low-Carbon Hydrogen Fuels

²² Green Hydrogen - GTAI. <https://www.gtai.de/en/invest/industries/energy/green-hydrogen>.

²³ Green Hydrogen certification | TÜV Rheinland. <https://www.tuv.com/landingpage/en/hydrogen-technology/main-navigation/certification-%E2%80%9Cgreen-hydrogen%E2%80%9D/>.

²⁴ Green Hydrogen Certification | TÜV SÜD. <https://www.tuvsud.com/en/themes/hydrogen/hydrogen-services-that-enable-safety-for-your-ideas/green-hydrogen-certification>.

²⁵ https://www.clean-hydrogen.europa.eu/get-involved/hydrogen-certification_en

O TÜV Rheinland Standard H2.21 Renewable and Low-Carbon Hydrogen Fuels é um padrão de certificação que permite aos fabricantes, distribuidores ou usuários de hidrogênio renovável e de baixo carbono documentar sua produção ecologicamente correta¹.

O padrão define hidrogênio renovável como hidrogênio produzido a partir de fontes de energia renováveis, como eólica, solar, hídrica ou biomassa, e hidrogênio de baixo carbono como hidrogênio produzido a partir de combustíveis fósseis com captura e armazenamento de carbono (CCS) ou captura e utilização de carbono (CCU) tecnologias²⁶.

A norma estabelece requisitos e regras para as matérias-primas, a elegibilidade dos processos produtivos, as emissões de gases de efeito estufa, a qualidade e pureza e a rastreabilidade do hidrogênio.

A norma também considera os requisitos da Diretiva de Energia Renovável (Versão II) (RED II) da União Europeia, que estabelece um limite de redução de emissão de gases de efeito estufa de 70% do valor comparador (94 g CO₂-eq/MJ) para combustíveis renováveis de origem não biológica (RFNBO)²⁷.

O processo de certificação consiste nas seguintes etapas¹:

- O requerente envia um formulário de inscrição e documentos relevantes para a TÜV Rheinland.
- A TÜV Rheinland analisa a inscrição e os documentos e prepara um plano de certificação.
- A TÜV Rheinland realiza uma auditoria no local da instalação de produção e verifica a conformidade com os requisitos da norma.
- A TÜV Rheinland emite um certificado e um relatório de certificação se a auditoria for bem-sucedida.
- A TÜV Rheinland realiza auditorias de vigilância anuais para garantir a conformidade contínua com os requisitos da norma.

²⁶ TÜV RHEINLAND Standard H2.21 Renewable and Low-Carbon Hydrogen Fuels. https://www.tuv.com/content-media-files/master-content/global-landingpages/images/hydrogen/tuv-rheinland-hydrogen-standard-h2.21_v2.0_en_2023-update.pdf.

²⁷ Green Hydrogen certification | TÜV Rheinland. <https://www.tuv.com/landingpage/en/hydrogen-technology/main-navigation/certification-%E2%80%9Cgreen-hydrogen%E2%80%9D/>.



TÜV SÜD Standard CMS 70 Green Hydrogen

- O TÜV SÜD Standard CMS 70 Green Hydrogen é um padrão de certificação que verifica a qualidade e a sustentabilidade do hidrogênio desde a produção até o transporte e consumo.
- A norma define hidrogênio verde como hidrogênio produzido a partir de fontes de energia renováveis ou/e resíduos, bem como materiais/subprodutos residuais, com níveis significativamente mais baixos de emissões de gases de efeito estufa do que o hidrogênio convencional ou combustíveis fósseis²⁸.
- O padrão abrange toda a cadeia de valor do hidrogênio verde, incluindo as matérias-primas, a elegibilidade dos processos de produção, a economia de gases de efeito estufa e as condições de entrega (por exemplo, pressão de saída, pureza, tecnologias).
- A norma também considera os requisitos da Diretiva de Energia Renovável (Versão II) (RED II) da União Europeia, que estabelece um limite de redução de emissão de gases de efeito estufa de 70% do valor comparador (94 g CO₂-eq/MJ) para combustíveis renováveis de origem não biológica (RFNBO)²⁹.

O processo de certificação consiste nas seguintes etapas³⁰:

- O requerente envia um formulário de inscrição e documentos relevantes para a TÜV SÜD.
- A TÜV SÜD analisa a inscrição e os documentos e prepara um plano de certificação.
- A TÜV SÜD realiza uma auditoria no local da instalação de produção e verifica a conformidade com os requisitos padrão.
- A TÜV SÜD emite um certificado e um relatório de certificação se a auditoria for bem-sucedida.

²⁸ Green hydrogen characterisation initiatives: Definitions, standards <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421520300586>.

²⁹ Green Hydrogen Certification | TÜV SÜD. <https://www.tuvsud.com/en/themes/hydrogen/hydrogen-services-that-enable-safety-for-your-ideas/green-hydrogen-certification>

³⁰ TÜV SÜD Standard CMS 70 Production of green hydrogen. <https://www.tuvsud.com/en-in/-/media/global/pdf-files/brochures-and-infosheets/tuvsud-cms70-standard-greenhydrogen-certification.pdf>

- A TÜV SÜD realiza auditorias de acompanhamento anuais para garantir a conformidade contínua com os requisitos da norma.

6. CENÁRIO REINO UNIDO: UK BEIS

A principal iniciativa do Reino Unido para a certificação de hidrogênio é a UK BEIS, ela foi desenvolvida pelo Departamento de Negócios, Energia e Estratégia Industrial (BEIS) do governo do Reino Unido³¹.

O esquema visa verificar a sustentabilidade do hidrogênio de baixo carbono, dando aos consumidores a confiança para investir em energia mais limpa. Hidrogênio de baixo carbono é definido como hidrogênio que tem uma intensidade de emissão de gases de efeito estufa inferior a 39 g CO₂-eq/MJ, o que é equivalente a uma redução de 70% do valor comparador (94 g CO₂-eq/MJ) conforme especificado na Diretiva de Energia Renovável (Versão II) (RED II) da União Europeia³².

O esquema será baseado em uma abordagem de balanço de massa, que rastreia a quantidade e os atributos do hidrogênio com baixo teor de carbono ao longo da cadeia de abastecimento. O esquema abrangerá as seguintes áreas:

- O desenho fundamental do esquema, como escopo, critérios de elegibilidade e processo de verificação.
- As informações que devem constar em um certificado, como origem, método de produção e emissões de gases de efeito estufa do hidrogênio de baixo carbono.
- A abordagem preferida para a cadeia de custódia, como o uso de registros, contratos ou rótulos para rastrear transações de hidrogênio com baixo teor de carbono.
- As considerações adicionais de design, como a interação com outros esquemas, o tratamento de subprodutos e o potencial de fraude.
- A entrega e administração do esquema, como as funções e responsabilidades dos diferentes atores, a estrutura de governança e os custos e benefícios.

³¹ UK Low Carbon Hydrogen Certification Scheme - GOV.UK.

<https://www.gov.uk/government/consultations/uk-low-carbon-hydrogen-certification-scheme>.

³² New UK certification to boost British hydrogen sector. <https://www.gov.uk/government/news/new-uk-certification-to-boost-british-hydrogen-sector>.

A consulta ocorreu de 9 de fevereiro de 2023 a 28 de abril de 2023 e buscou opiniões das partes interessadas na indústria do hidrogênio, bem como daqueles com um interesse mais amplo na ambição líquida zero do Reino Unido. A equipe de consulta também organizou um webinar em 21 de fevereiro de 2023 para fornecer uma visão geral da consulta e responder a quaisquer perguntas.

A intenção é introduzir o esquema de certificação até 2025. O esquema será alinhado com outras políticas e regulamentos relevantes, como a Obrigação de Combustível de Transporte Renovável (RTFO), Contratos por Diferença (CfD) e RED II³³.

É possível acessar os documentos de consulta no site do governo do Reino Unido. Existem dois documentos disponíveis para download:

- Esquema de Certificação de Hidrogênio de Baixo Carbono do Reino Unido
- Esquema de Certificação de Hidrogênio de Baixo Carbono do Reino Unido: Avaliação De Minimis.

Esses documentos fornecem mais detalhes sobre as questões de consulta, os elementos do projeto do esquema e a avaliação do impacto do esquema.

7. CENÁRIO CHINA: HYDROGEN ALLIANCE

A China desenvolveu uma plataforma chamada **Hydrogen Alliance**, esta plataforma reúne partes interessadas da indústria, pesquisa, política e sociedade civil para promover o desenvolvimento de tecnologias de hidrogênio e células de combustível na China. A aliança foi estabelecida em 2018 e conta com mais de 300 membros, entre empresas líderes, universidades, institutos de pesquisa e associações³⁴.

A aliança propôs um padrão para o hidrogênio verde, a norma define o hidrogênio verde como hidrogênio que tem uma intensidade de carbono inferior a 5 gramas de

³³ UK Low Carbon Hydrogen Standard: emissions reporting and ... - GOV.UK. <https://www.gov.uk/government/publications/uk-low-carbon-hydrogen-standard-emissions-reporting-and-sustainability-criteria>.

³⁴ China Unveils its First Long-Term Hydrogen Plan - CSIS. <https://www.csis.org/analysis/china-unveils-its-first-long-term-hydrogen-plan>.

dióxido de carbono equivalente por mega joule de hidrogênio³⁵. A norma também estabelece critérios de qualidade para hidrogênio de baixo carbono e hidrogênio limpo, que são hidrogênios produzidos a partir de outras fontes de baixo carbono ou limpas, como energia nuclear ou combustíveis fósseis com captura e armazenamento de carbono³⁶.

A norma foi implementada em 29 de dezembro de 2020 e visa fornecer uma estrutura clara e consistente para a certificação de hidrogênio verde na China. A aliança também realiza avaliação e verificação de projetos e produtos de hidrogênio verde, com base na norma e outros regulamentos relevantes.

A aliança apoia a implementação do primeiro plano de longo prazo da China para o hidrogênio, que foi divulgado pelo governo em 23 de março de 2022. O plano estabeleceu uma abordagem em fases para desenvolver uma indústria doméstica de hidrogênio e dominar tecnologias e capacidades de fabricação, enquanto apontava para o pico de carbono do país e os compromissos de neutralidade como um driver abrangente. O plano também estabeleceu uma meta de produzir de 100.000 a 200.000 toneladas de hidrogênio renovável anualmente e ter uma frota de 50.000 veículos movidos a hidrogênio até 2025.

8. CENÁRIO JAPÃO: Prefeitura de Aichi Initiative

A Prefeitura de Aichi é uma região no centro do Japão que tem promovido o uso de tecnologias de hidrogênio e células de combustível como parte de seus esforços para alcançar uma sociedade de baixo carbono. A prefeitura estabeleceu a Associação de Promoção da Cadeia de Fornecimento de Hidrogênio de Baixo Carbono de Aichi, que inclui o governo da província, empresas, municípios e especialistas, para desenvolver

³⁵ Green hydrogen standard in China: Standard and evaluation of low-carbon
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319921042737>.

³⁶ China sets green hydrogen target for 2025, eyes widespread use.
<https://www.reuters.com/world/china/china-produce-100000-200000-t-green-hydrogen-annually-by-2025-2022-03-23/>.

uma visão e um roteiro para uma sociedade baseada no hidrogênio abrangendo toda a região³⁷.

A associação é autora da Visão 2030 da Cadeia de Fornecimento de Hidrogênio de Baixo Carbono de Aichi, que prevê uma Prefeitura de Aichi em 2030 que faça uso ativo de hidrogênio de baixo carbono em vários campos, como transporte, armazenamento de energia e setores industriais¹. A visão também estabelece uma meta para produzir 100.000 toneladas de hidrogênio de baixo carbono por ano até 2030, das quais 10% seriam hidrogênio verde produzido a partir de fontes de energia renováveis.

Para certificar o hidrogênio verde, a associação segue o esquema de certificação estabelecido pelo governo japonês, que define o hidrogênio verde como hidrogênio que possui uma intensidade de carbono inferior a 100 gramas de dióxido de carbono equivalente por mega joule de hidrogênio. O esquema também estabelece critérios de qualidade para hidrogênio de baixo carbono e hidrogênio limpo, que são hidrogênios produzidos a partir de outras fontes de baixo carbono ou limpas, como energia nuclear ou combustíveis fósseis com captura e utilização de carbono³⁸.

O esquema é baseado no rastreamento e verificação da intensidade de carbono e da origem do hidrogênio ao longo da cadeia de abastecimento, por meio de certificados emitidos por organizações terceiras autorizadas. Os certificados podem ser usados para provar o valor ambiental do hidrogênio e para apoiar o desenvolvimento de um mercado nacional e internacional de hidrogênio de baixo carbono.

Como primeiro passo para a realização da Visão 2030, a Prefeitura de Aichi, a cidade de Chita, a cidade de Toyota, a Chubu Electric Power Co., Ltd., a Toho Gas Co., Ltd., a Toyota Motor Corporation e a Toyota Industries Corporation lançaram a cidade de Chita e Projeto de Hidrogênio de Baixo Carbono de Uso de Energia Renovável da Cidade Toyota em 2018¹. O projeto visa produzir hidrogênio de baixo carbono a partir de biomassa e eletricidade renovável em uma planta de demonstração na cidade de Chita e usá-lo para veículos com célula de combustível e células de combustível estacionárias na cidade de Toyota.

³⁷ Plan to Develop Aichi Low-carbon Hydrogen Supply Chain Moves Forward
<https://global.toyota/en/newsroom/corporate/22312931.html>.

³⁸ Japan's Hydrogen Industrial Strategy - CSIS. <https://www.csis.org/analysis/japans-hydrogen-industrial-strategy>.



9. CENÁRIO AUSTRÁLIA: Australian Clean Energy Regulator

Australian Clean Energy Regulator é uma agência governamental que administra esquemas para reduzir as emissões de carbono e aumentar o uso de energia limpa na Austrália³⁹. Um dos esquemas que o regulador está desenvolvendo é um esquema de Garantia de Origem (GO) para o hidrogênio, que faz parte da Estratégia Nacional de Hidrogênio anunciada em novembro de 2019⁴⁰.

O esquema GO visa fornecer uma maneira confiável e transparente de rastrear e verificar a origem, o método de produção e a intensidade de carbono do hidrogênio em toda a cadeia de abastecimento. O esquema também permitirá a criação e comercialização de certificados que representam o valor ambiental do hidrogênio produzido a partir de fontes renováveis ou de baixo carbono.

O esquema abrangerá o hidrogênio verde, que é o hidrogênio produzido a partir de fontes de energia renováveis, como energia eólica, solar ou hidrelétrica, bem como outros tipos de hidrogênio com baixo teor de carbono, como o hidrogênio produzido a partir de combustíveis fósseis com captura e armazenamento ou utilização de carbono². O esquema também definirá critérios de qualidade para o hidrogênio com base em sua pureza, pressão e conteúdo energético.

O esquema está atualmente em desenvolvimento e consulta com as partes interessadas, incluindo indústria, governo, pesquisa e grupos comunitários. O regulador lançou um documento de consulta em junho de 2021, que descreve o projeto proposto e os detalhes de implementação do esquema. O regulador está buscando feedback sobre vários aspectos do esquema, como escopo, elegibilidade, governança, certificação, verificação e processos de relatórios.

O regulador planeja finalizar o projeto do esquema até o final de 2021 e lançar uma fase piloto no início de 2022. A fase piloto testará a funcionalidade e o desempenho

³⁹ Clean Energy Regulator Clean Energy Regulator - Home. <https://www.cleanenergyregulator.gov.au/>.

⁴⁰ Extending the national gas regulatory framework to hydrogen blends and <https://www.energy.gov.au/government-priorities/energy-and-climate-change-ministerial-council/priorities/gas/extending-national-gas-regulatory-framework-hydrogen-blends-and-renewable-gases>.

do esquema com produtores e usuários selecionados de hidrogênio. O regulador espera implementar totalmente o esquema até meados de 2023⁴¹.

10. CENÁRIO INTERNACIONAL: Green Hydrogen Organisation

A Green Hydrogen Organization (GH2) é uma iniciativa global que visa acelerar drasticamente a produção e a utilização de hidrogênio verde em vários setores. O GH2 foi lançado em novembro de 2021 por um grupo de parceiros fundadores, incluindo governos, empresas, organizações internacionais e grupos da sociedade civil⁴².

Uma das principais atividades do GH2 é desenvolver e implementar um padrão global para o hidrogênio verde, que é o hidrogênio produzido pela divisão da água em hidrogênio e oxigênio usando eletricidade renovável por meio de um processo chamado eletrólise. Isso resulta em emissões de carbono muito baixas ou nulas⁴³.

O GH2 Green Hydrogen Standard define o hidrogênio verde como hidrogênio que tem uma intensidade de carbono inferior a 2 quilos de dióxido de carbono equivalente por quilo de hidrogênio, considerado como uma média durante um período de 12 meses. A norma também define critérios de qualidade para o hidrogênio verde com base em sua pureza, pressão e conteúdo de energia.

O padrão é baseado em uma abordagem de análise de ciclo de vida que considera as emissões da produção de matéria-prima, produção de combustível, transporte e uso. A norma também propõe um sistema de rastreamento e verificação de certificados de hidrogênio verde, que representa o valor ambiental do hidrogênio produzido a partir de fontes renováveis⁴⁴.

Os certificados permitiriam a criação e comercialização de um incentivo de mercado para produtores e usuários de hidrogênio verde, bem como apoiariam o desenvolvimento de um mercado doméstico e internacional para o hidrogênio verde.

⁴¹ Consultation on a Guarantee of Origin for Hydrogen - Clean Energy Regulator.

<https://www.cleanenergyregulator.gov.au/Infohub/consultation-hub/guarantee-of-origin>.

⁴² What is Green Hydrogen | Green Hydrogen Organisation. <https://gh2.org/what-green-hydrogen>.

⁴³ Home | Green Hydrogen Organisation. <https://gh2.org/>

⁴⁴ The GH2 Green Hydrogen Standard | Green Hydrogen Organisation. <https://gh2.org/our-initiatives/gh2-green-hydrogen-standard>.

Os projetos de hidrogênio verde que atendem ao GH2 Green Hydrogen Standard serão licenciados pelo órgão de acreditação e certificação do GH2 para usar o rótulo “GH2 Green Hydrogen” e serão elegíveis para obter e comercializar certificados de origem GH2 para hidrogênio verde e derivados, como amônia verde.

O GH2 Green Hydrogen Standard foi lançado na Green Hydrogen Global Assembly & Exhibition em Barcelona em maio de 2022. A norma está aberta para consulta pública e feedback até 1º de dezembro de 2022. A GH2 planeja finalizar o padrão no início de 2023 e começar a emitir certificados em meados de 2023.



11. PADRÕES VOLUNTÁRIOS

Table 1 Summary of voluntary market mechanisms with published technical criteria

TITLE	LABEL	EMISSIONS THRESHOLD (kgCO ₂ e/kgH ₂)	BOUNDARY	POWER SUPPLY REQUIREMENT FOR ELECTROLYSIS	HYDROGEN PRODUCTION PATHWAY	CHAIN OF CUSTODY MODEL
Australia Smart Energy Council Zero Carbon Certification Scheme	Renewable H ₂	No threshold				Unclear
China China Hydrogen Alliance Standard and Assessment for Low-carbon Hydrogen, Clean Hydrogen, and Renewable Hydrogen Energy	Renewable H ₂	4.9				Not specified
	Clean H ₂	4.9				Not specified
	Low-carbon H ₂	14.5		n/a		Not specified
European Union CertifHy Green and Low-Carbon Hydrogen Certification	Green H ₂	4.4				B&C
	Low-carbon H ₂	4.4				B&C
Germany TÜV SÜD CMS 70	Green H ₂ (non-transport)	2.7				B&C
	Green H ₂ (transport)	2.8				Mass
Japan Aichi Prefecture Low-Carbon Hydrogen Certification	Low-carbon H ₂	No threshold				B&C
International Green Hydrogen Organisation Green Hydrogen Standard	Green H ₂	1.0				Not specified

*Aligned with REDII methodology and may be updated once EU delegated act is finalised.



Notes: ATR = autothermal reforming; B&C = book and claim; GO = guarantee of origin; SMR = steam methane reforming.



12. PADRÕES OBRIGATÓRIOS

Table 2 Summary of mandatory markets with published technical criteria

COUNTRY/ REGION	NATIONAL HYDROGEN STRATEGY	BOUNDARY AND SCOPE (SECTORS)	EMISSIONS THRESHOLD (kgCO ₂ e/kgH ₂)	POWER SUPPLY REQUIREMENT FOR ELECTROLYSIS	HYDROGEN PRODUCTION PATHWAY	REGULATORY MECHANISM	STATUS OF REGULATORY MECHANISM
United Kingdom	Government of the United Kingdom UK Hydrogen Strategy	(Energy)	2.4	GO + additionality	Electrolysis, Fossil SMR/TR with carbon capture, Biogas SMR	BEIS Low Carbon Hydrogen Standard	To be implemented in 2022 Certification scheme to be developed by 2025
		(Transport)	3.9	GO required	Electrolysis	UK Dept. for Transport Renewable Transport Fuel Obligation	Active
European Union (Proposed)	European Commission A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe	(Transport, energy)	3.4	GO + additionality	Electrolysis	European Commission RED II	Active New Delegated Act of RED II proposed in May 2022
		Boundary not specified	3.0	GO required	Electrolysis, Fossil SMR/TR with carbon capture, Biogas SMR	European Commission EU Taxonomy	Active
United States (Proposed)	US Department of Energy National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap	(Transport, energy)	4.0	No GO/additionality specified	Electrolysis, Fossil SMR/TR with carbon capture, Biogas SMR	US Department of Energy H2Hubs draft (may be adopted by standard for clean H ₂ production)	CHPS not yet finalised H2Hubs criteria requires 2 kgCO ₂ /kgH ₂ at point of production to qualify
		(Transport)	No threshold (Certificate issued based on reduction from annual target)	GO required	Electrolysis, Fossil SMR/TR with carbon capture, Biogas SMR	California Air Resources Board Low Carbon Fuel Standard - California only	Active

*refers to delegated act criteria, grid connected conditions in delegated act undergoing revision and are subject to change.

**denotes no detail of additionality in draft, but is yet to be finalized.



Notes: ATR = autothermal reforming; B&C = book and claim; GO = guarantee of origin; SMR = steam methane reforming.