Capítulo 15

Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono, Certificação e Confiança Institucional: O Marco Legal Brasileiro à Luz da Experiência Europeia

Low-Carbon Hydrogen, Certification and Institutional Trust: The Brazilian Legal Framework in Light of the European Experience

Romana Martins Alves da Costa Torres

Mestra em Administração pela Universidade Estadual do Ceará (UECE) e graduada em Ciências Contábeis pela Faculdade Estácio do Ceará (Estácio FIC). Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA/UECE), Fortaleza, Ceará, Brasil. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/2197552564976547.

Resumo: O hidrogênio de baixa emissão de carbono ganhou espaço na agenda energética brasileira com a aprovação do seu marco legal em 2024, mas a credibilidade desse novo mercado depende de regras de certificação capazes de distinguir produtos efetivamente limpos de alegações ambientais vagas. Este capítulo analisou o marco legal brasileiro do hidrogênio à luz da experiência europeia, com ênfase nas dimensões estruturais, econômicas e institucionais que sustentam a transição e no papel da certificação como mecanismo de confiança. Adotou-se pesquisa qualitativa, documental e comparativa, com análise de conteúdo das Leis nº 14.948/2024 e nº 14.990/2024, dos instrumentos europeus de estratégia, financiamento e certificação e de indicadores do European Hydrogen Observatory referentes a 2023. Os resultados mostram que, na Europa, a eletrólise ainda representava cerca de 0,4% da capacidade de produção, apesar de uma arquitetura regulatória abrangente, e que o Brasil parte de vantagens estruturais expressivas, com matriz elétrica majoritariamente renovável. O marco brasileiro, contudo, adota limite de emissões de 7 $kgCO_2eq$ por quilograma de hidrogênio, cerca do dobro do patamar europeu para o hidrogênio renovável, e institui certificação de adesão voluntária. Conclui-se que a vantagem natural brasileira só se converterá em mercado confiável se a certificação for rigorosa, transparente e articulada à proteção do consumidor contra o greenwashing.

Palavras-chave: hidrogênio verde; certificação; greenwashing; confiança institucional; transição energética.

Abstract: Low-carbon hydrogen gained ground on the Brazilian energy agenda with the approval of its legal framework in 2024, but the credibility of this new market depends on certification rules able to distinguish genuinely clean products from vague environmental claims. This chapter analysed the Brazilian hydrogen legal framework in light of the European experience, with emphasis on the structural, economic and institutional dimensions that support the transition and on the role of certification as a trust mechanism. A qualitative, documentary and comparative design was adopted, with content analysis of Laws No. 14,948/2024 and No. 14,990/2024, of European strategy, financing and certification instruments, and of 2023 indicators from the European Hydrogen Observatory. The results show that in Europe electrolysis still accounted for about 0.4% of production capacity, despite a comprehensive regulatory architecture, and that Brazil starts from significant structural advantages, with a predominantly renewable electricity mix. The Brazilian framework, however, adopts an emissions limit of 7 kgCO□eq per kilogram of hydrogen, about twice the European threshold for renewable hydrogen, and establishes voluntary certification. Brazil's natural advantage

DOI: 10.47573/aya.5379.3.20.15

will only become a trustworthy market if certification is rigorous, transparent and linked to consumer protection against greenwashing.

Keywords: green hydrogen; certification; greenwashing; institutional trust; energy transition.

INTRODUÇÃO

A Agenda 2030 colocou a energia no centro do desenvolvimento sustentável. O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7 trata do acesso à energia limpa, mas a energia atravessa também a indústria, o clima e o consumo responsável. Pesquisa anterior com dados de 217 países mostrou que o acesso à eletricidade e o controle da corrupção se associam positivamente ao desempenho dos países no índice dos ODS, enquanto o consumo energético de base fóssil se associa negativamente (Torres, 2026). Em outras palavras, a transição depende ao mesmo tempo de infraestrutura energética e de instituições confiáveis.

O hidrogênio de baixa emissão de carbono reúne esses dois elementos. É uma solução técnica para descarbonizar refino, fertilizantes, siderurgia e transporte pesado (Staffell *et al.,* 2019), mas o seu valor ambiental não é visível ao comprador: uma molécula de hidrogênio produzida com eletricidade eólica é quimicamente idêntica a outra produzida a partir de gás natural. O atributo “limpo” só existe se houver um sistema de certificação que o comprove. Sem regras confiáveis, abre-se espaço para alegações ambientais vagas, problema que no Brasil já atinge a maioria dos produtos de consumo (Market Analysis; Instituto Akatu, 2024).

O Brasil aprovou em 2024 o marco legal do hidrogênio de baixa emissão de carbono e um programa de créditos fiscais para o setor (Brasil, 2024a, 2024b). A União Europeia, por sua vez, construiu desde 2020 uma arquitetura de metas, financiamento e certificação que serve de referência internacional (Comissão Europeia, 2020, 2023). Comparar os dois arranjos permite identificar o que o Brasil já tem, o que ainda falta e onde estão os riscos.

Este capítulo tem como objetivo analisar o marco legal brasileiro do hidrogênio de baixa emissão de carbono à luz da experiência europeia, com ênfase nas dimensões estruturais, econômicas e institucionais da transição e no papel da certificação como mecanismo de confiança. A contribuição consiste em uma matriz comparativa de instrumentos e em recomendações de gestão pública voltadas à credibilidade do mercado nascente.

REFERENCIAL TEÓRICO

Hidrogênio, Agenda 2030 e as três Dimensões da Transição

O hidrogênio é um vetor energético, e não uma fonte primária. O seu impacto climático depende inteiramente da rota de produção: a reforma a vapor do metano emite cerca de dez quilogramas de CO_2 por quilograma de hidrogênio, a mesma

rota com captura de carbono reduz parte dessas emissões e a eletrólise da água alimentada por eletricidade renovável pode aproximá-las de zero (Oliveira; Beswick; Yan, 2021; IEA, 2024). Quase todo o hidrogênio consumido no mundo ainda provém de combustíveis fósseis, e a transição consiste em trocar a base produtiva de um mercado industrial já existente.

A literatura sobre determinantes do desenvolvimento sustentável organiza os fatores dessa transição em três dimensões. A dimensão estrutural envolve a infraestrutura energética e a composição da matriz; a econômica, o investimento, o custo e o crescimento; a institucional, a qualidade das regras e a integridade do Estado (Azam *et al.,* 2021; Ríos *et al.,* 2025; Torres, 2026). No caso das energias renováveis na Europa, Saba e Biyase (2022) encontraram efeito positivo de longo prazo do controle da corrupção, do estado de direito e da qualidade institucional sobre a expansão da eletricidade renovável. A lógica é a de North (1990): instituições previsíveis reduzem os custos de transação de investimentos longos e dependentes de regulação.

A conexão com a Agenda 2030 é direta. O hidrogênio de baixa emissão contribui para o ODS 7, ao ampliar os usos da energia renovável; para o ODS 9, ao viabilizar processos industriais de menor intensidade de carbono; e para o ODS 13, ao reduzir emissões em setores que a eletrificação direta não alcança (IEA, 2024). Há também uma ligação menos evidente com o ODS 12, que trata da produção e do consumo responsáveis: um mercado de produtos com atributo ambiental invisível só cumpre esse objetivo se a informação que chega ao comprador for verdadeira. É nesse ponto que a dimensão institucional deixa de ser pano de fundo e passa a ser parte do próprio produto.

O hidrogênio eletrolítico é ainda mais sensível a essa dimensão do que as renováveis convencionais. Ele custa, na Europa, quase o dobro do hidrogênio fóssil (Clean Hydrogen Partnership, 2024), depende de subsídios e contratos de compra garantidos e exige coordenação entre geradores de eletricidade, operadores de rede, produtores e consumidores industriais. Cada elo dessa cadeia pressupõe confiança nas regras e na sua aplicação imparcial (Azadnia *et al.,* 2023).

Certificação, Sinalização e o Risco de Greenwashing

Quando o comprador não consegue verificar diretamente a qualidade de um produto, o mercado depende de sinais. A teoria da sinalização mostra que, sob assimetria de informação, sinais custosos e verificáveis permitem separar ofertas de qualidade distinta (Spence, 1973). Certificações, selos e garantias de origem cumprem essa função nos mercados ambientais, desde que o comprador acredite em quem as emite (Urbański; Haque, 2020).

O greenwashing é a falha dessa engrenagem. Delmas e Burbano (2011) o definem como a combinação de mau desempenho ambiental com comunicação positiva sobre esse desempenho, e associam a sua ocorrência a ambientes regulatórios frouxos e a fiscalização incerta. A consequência para o mercado é o ceticismo verde, isto é, a tendência de duvidar das alegações ambientais das

empresas, que corrói a confiança e reduz a disposição de pagar mais por produtos sustentáveis (Leonidou; Skarmeas, 2017). Kulin (2020) mostrou, em estudo comparativo entre países, que a qualidade do governo condiciona a passagem da preocupação ambiental ao comportamento pró-ambiental, o que sugere que o ceticismo tem raiz institucional e não apenas comercial.

O contexto brasileiro é desafiador. Levantamento com mais de dois mil produtos concluiu que 85% das alegações ambientais do varejo nacional eram falsas ou enganosas (Market Analysis; Instituto Akatu, 2024), e o país não tem lei específica sobre greenwashing: a proteção apoia-se no Código de Defesa do Consumidor, que veda a publicidade enganosa, e na autorregulamentação publicitária, revista em 2025 para tratar dos apelos de sustentabilidade (Brasil, 1990; Conselho Nacional de Autorregulamentação Publicitária, 2025). A União Europeia seguiu caminho mais restritivo e proibiu, pela Diretiva (UE) 2024/825, alegações ambientais genéricas sem comprovação (União Europeia, 2024).

O hidrogênio é, por natureza, um produto de crença: o atributo ambiental é invisível e depende de rastreamento ao longo da cadeia de energia. Por isso, a certificação não é um acessório da política de hidrogênio, e sim a condição de existência do seu mercado. Um sistema frouxo pode permitir que hidrogênio de origem fóssil seja comercializado sob rótulos que o consumidor e o investidor associam ao hidrogênio verde, reproduzindo no mercado energético o problema já observado no varejo.

METODOLOGIA

A pesquisa é qualitativa, de natureza descritiva e explicativa, com delineamento documental e comparativo. O corpus reuniu a Lei nº 14.948/2024 e a Lei nº 14.990/2024 (Brasil, 2024a, 2024b); a Estratégia Europeia do Hidrogênio, a comunicação sobre o Banco Europeu do Hidrogênio e os regulamentos delegados que definem o hidrogênio renovável na União Europeia (Comissão Europeia, 2020, 2023; União Europeia, 2023a, 2023b); as normas de proteção ao consumidor relativas a alegações ambientais (Brasil, 1990; União Europeia, 2024); e o relatório público do European Hydrogen Observatory sobre o mercado europeu de hidrogênio (Clean Hydrogen Partnership, 2024). O material foi submetido à análise de conteúdo (Bardin, 2016), com categorias definidas a priori a partir das três dimensões da transição (estrutural, econômica e institucional) e de uma quarta categoria dedicada à certificação. A comparação considerou, para cada categoria, o instrumento adotado, o órgão responsável e o grau de obrigatoriedade; os números citados foram extraídos apenas de relatórios públicos. Os achados foram organizados em uma matriz comparativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Experiência Europeia em Números

A União Europeia fixou, em 2020, a meta de 40 GW de eletrolisadores até 2030 e, em 2022, elevou a ambição para 10 milhões de toneladas de hidrogênio renovável produzido internamente e outras 10 milhões importadas (Comissão Europeia, 2020, 2022). Os resultados de 2023 mostram a distância entre meta e realidade. Segundo o relatório do observatório europeu, a capacidade de produção de hidrogênio somava cerca de 11,2 milhões de toneladas anuais, a eletrólise representava cerca de 0,4% desse total, com aproximadamente 258 MW em operação, e o consumo classificado como limpo não chegava a 0,4% da demanda (Clean Hydrogen Partnership, 2024).

A capacidade eletrolítica em operação estava concentrada em poucos países, com destaque para Alemanha, Espanha e Suécia (Clean Hydrogen Partnership, 2024). O custo médio do hidrogênio renovável conectado diretamente a fontes renováveis era de 6,61 euros por quilograma, contra 3,76 euros da reforma a vapor do metano (Clean Hydrogen Partnership, 2024). A literatura sobre as renováveis na Europa indica que controle da corrupção, estado de direito e qualidade institucional acompanham a expansão das fontes limpas (Saba; Biyase, 2022), e não há razão para supor que o hidrogênio, ainda mais dependente de regulação, siga lógica diferente. A lição europeia é dupla: metas e subsídios não bastam sem instituições capazes de transformá-los em projetos, e mesmo uma arquitetura regulatória completa convive, nos primeiros anos, com participação ínfima do hidrogênio limpo.

O Marco Legal Brasileiro

A Lei nº 14.948, de 2 de agosto de 2024, instituiu o marco legal do hidrogênio de baixa emissão de carbono e a respectiva Política Nacional. O artigo 4º define hidrogênio de baixa emissão de carbono como aquele cujo ciclo de vida emite valor inicial menor ou igual a 7 $kgCO_2eq$ por quilograma de hidrogênio, patamar que deve ser preservado até 31 de dezembro de 2030; define também o hidrogênio renovável, que inclui rotas a partir de biomassa, e o hidrogênio verde, produzido por eletrólise da água com fontes renováveis (Brasil, 2024a). A lei atribui à Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis a autorização e a regulação da produção, do transporte, da armazenagem e da comercialização do hidrogênio.

No plano econômico, a lei criou o Regime Especial de Incentivos para a Produção de Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (Rehidro), com incentivos tributários por cinco anos a partir de 1º de janeiro de 2025 (Brasil, 2024a). A Lei nº 14.990, de 27 de setembro de 2024, acrescentou o Programa de Desenvolvimento do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono, com créditos fiscais que somam R$ 18,3 bilhões entre 2028 e 2032 (Brasil, 2024b). No plano institucional, a lei instituiu o Sistema Brasileiro de Certificação do Hidrogênio, com autoridade competente, autoridade reguladora, empresas certificadoras, instituição acreditadora e gestora

de registros; a adesão ao sistema é voluntária para os produtores, mas as suas regras são obrigatórias para quem desejar emitir certificados (Brasil, 2024a, arts. 15 a 21).

O desenho institucional merece atenção. A lei descreve as funções do sistema de certificação, mas deixa à regulamentação a definição dos órgãos que exercerão cada papel, e permite que a agência reguladora utilize ambiente regulatório experimental para elaborar normas (Brasil, 2024a). A escolha confere flexibilidade a um mercado ainda em formação, mas transfere para a fase de regulamentação as decisões que mais pesam sobre a credibilidade dos certificados, como a independência das certificadoras, a forma de rastrear a eletricidade utilizada e a publicidade dos registros.

As vantagens estruturais do país são conhecidas. As fontes renováveis responderam por 49,1% da matriz energética brasileira e por cerca de 89% da matriz elétrica em 2023 (EPE, 2024), proporções muito superiores às europeias. Estudos sobre a economia do hidrogênio no Brasil apontam esse potencial renovável como a principal força do país, mas indicam como fraquezas o custo da cadeia completa e a ausência, até recentemente, de uma estratégia nacional clara (Peyerl; Macedo; Silva Filho, 2023). Lira, Kamer e Quitzow (2025) observam que estados como o Ceará atraíram investimentos voltados à exportação antes mesmo da consolidação do marco federal.

Matriz Comparativa

O Quadro 1 sintetiza a comparação segundo as três dimensões da transição e a certificação.

Quadro 1 - Matriz comparativa dos instrumentos de hidrogênio de baixa emissão: União Europeia e Brasil.

Dimensão	União Europeia	Brasil	Leitura analítica
Estrutural	Matriz ainda dependente de fósseis; meta de 42,5% de renováveis no consumo final até 2030; eletrólise em cerca de 0,4% da capacidade (2023)	Renováveis em 49,1% da matriz energética e cerca de 89% da elétrica (2023)	Vantagem natural brasileira, ainda não convertida em capacidade instalada
Econômica	Leilões de prêmio fixo do Banco Europeu do Hidrogênio; comércio de emissões; metas vinculantes de consumo na indústria e nos transportes	Rehidro (incentivos por cinco anos) e créditos fiscais de R$ 18,3 bilhões entre 2028 e 2032	Instrumentos brasileiros concentrados na oferta, sem metas de demanda
Institucional	Estratégia comunitária desde 2020 e estratégias nacionais em 16 Estados-Membros; implementação nacional desigual	Marco legal de 2024; ANP como reguladora; ausência de estratégia nacional detalhada até a lei	Capacidade administrativa e integridade decidem a execução nos dois casos

Dimensão	União Europeia	Brasil	Leitura analítica
Certificação	Hidrogênio renovável exige redução de 70% das emissões em relação ao fóssil (cerca de 3,4 $kgCO_2eq/kgH_2$), com adicionalidade e correlações temporais e geográficas	Limite de 7 $kgCO_2eq/kgH_2$ até 2030; certificação de adesão voluntária	Patamar brasileiro mais permissivo e risco de confusão entre "baixa emissão" e "verde"

Fonte: elaborado pela autora com base em Comissão Europeia (2020, 2023), União Europeia (2023a, 2023b, 2023c), Brasil (2024a, 2024b), EPE (2024) e Clean Hydrogen Partnership (2024).

Duas diferenças merecem destaque. A primeira é o patamar de emissões. O regulamento europeu exige que o hidrogênio renovável de origem não biológica reduza em pelo menos 70% as emissões em relação ao combustível fóssil de referência, o que corresponde a aproximadamente 3,4 $kgCO_2eq$ por quilograma, e impõe condições de adicionalidade e de correlação temporal e geográfica entre a eletricidade renovável e a eletrólise (União Europeia, 2023a, 2023b). O limite brasileiro de 7 $kgCO_2eq$ é cerca do dobro e admite, em tese, rotas fósseis com captura parcial de carbono. A escolha amplia o mercado elegível no curto prazo, mas pode dificultar o acesso ao mercado europeu, que é justamente o destino visado pelos projetos exportadores do Nordeste.

A segunda diferença está na demanda. A Europa combinou incentivos à produção com metas vinculantes de consumo na indústria e nos transportes (União Europeia, 2023c). O arranjo brasileiro concentra-se em incentivos à oferta. Sem compradores ancorados, a literatura indica risco de ativos ociosos e de projetos que não alcançam decisão final de investimento (IEA, 2024).

Certificação como Política de Confiança

A coexistência de três categorias legais (baixa emissão, renovável e verde) cria um problema de comunicação. Para o comprador industrial, a distinção é técnica; para o consumidor final e para o investidor de varejo, os termos tendem a se fundir sob a imagem genérica de "hidrogênio verde". Nesse cenário, a certificação voluntária pode produzir o efeito descrito por Delmas e Burbano (2011): empresas com desempenho ambiental modesto comunicam atributos positivos aproveitando a ambiguidade dos rótulos, enquanto o comprador, sem meios de verificação, desenvolve ceticismo em relação a todo o setor (Leonidou; Skarmeas, 2017).

O risco é maior em ambientes de baixa confiança institucional. Kulin (2020) mostrou que a qualidade do governo modera a relação entre preocupação ambiental e comportamento, e as evidências sobre desenvolvimento sustentável apontam o controle da corrupção como fator mais relevante do que a estabilidade política (Torres, 2026). Aplicado ao hidrogênio, o argumento indica que a credibilidade do Sistema Brasileiro de Certificação dependerá menos do desenho formal e mais da independência das certificadoras, da transparência dos registros e da capacidade de sanção da autoridade reguladora.

Três recomendações decorrem da análise. A primeira é tornar públicos, em bases abertas, os dados de intensidade de emissões de cada lote certificado, permitindo a verificação por terceiros. A segunda é adotar rótulos diferenciados e inequívocos para cada categoria legal, vedando o uso comercial do termo "verde" para hidrogênio que não atenda à definição do artigo 4º, em diálogo com o Código de Defesa do Consumidor e com a autorregulamentação publicitária (Brasil, 1990; Conselho Nacional de Autorregulamentação Publicitária, 2025). A terceira é prever, na revisão do limite de emissões prevista para depois de 2030, convergência gradual com o patamar europeu, preservando o acesso dos projetos brasileiros aos mercados importadores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo analisou o marco legal brasileiro do hidrogênio de baixa emissão de carbono à luz da experiência europeia. A comparação mostrou que a Europa, mesmo com metas, financiamento e certificação abrangentes, alcançou em 2023 participação de apenas cerca de 0,4% da eletrólise na capacidade de produção, e que a qualidade institucional aparece como condição para converter metas em projetos. O Brasil dispõe de vantagem estrutural rara, com matriz elétrica majoritariamente renovável, e aprovou em 2024 instrumentos fiscais relevantes.

A fragilidade está na dimensão institucional e, em particular, na certificação. O limite de 7 $kgCO_2eq$ por quilograma, a adesão voluntária e a convivência de rótulos distintos criam espaço para alegações ambíguas em um país em que a maioria das alegações ambientais do varejo já é enganosa. A vantagem natural só se converterá em mercado confiável se a certificação for rigorosa, transparente e articulada à proteção do consumidor. Pesquisas futuras podem acompanhar a regulamentação do sistema de certificação e investigar como investidores e consumidores percebem os rótulos do hidrogênio no Brasil.

REFERÊNCIAS

AZADNIA, A. H.; MCDAID, C.; ANDWARI, A. M.; HOSSEINI, S. E. Green hydrogen supply chain risk analysis: a European hard-to-abate sectors perspective. **Renewable and Sustainable Energy Reviews,** v. 182, 113371, 2023. https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113371

AZAM, M.; HUNJRA, A.; BOURI, E.; TAN, Y.; AL-FARYAN, M. Impact of institutional quality on sustainable development: evidence from developing countries. **Journal of Environmental Management,** v. 298, 113465, 2021. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113465

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2016.

BRASIL. **Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990.** Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República,

1990. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078compilado.htm. Acesso em: 19 out. 2026.

BRASIL. **Lei nº 14.948, de 2 de agosto de 2024.** Institui o marco legal do hidrogênio de baixa emissão de carbono; dispõe sobre a Política Nacional do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono; institui incentivos para a indústria do hidrogênio de baixa emissão de carbono; institui o Regime Especial de Incentivos para a Produção de Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (Rehidro). Brasília, DF: Presidência da República, 2024a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/l14948.htm. Acesso em: 19 out. 2026.

BRASIL. **Lei nº 14.990, de 27 de setembro de 2024.** Institui o Programa de Desenvolvimento do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (PHBC). Brasília, DF: Presidência da República, 2024b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/l14990.htm. Acesso em: 19 out. 2026.

CLEAN HYDROGEN PARTNERSHIP. **The European hydrogen market landscape: November 2024**. Brussels: European Hydrogen Observatory; Clean Hydrogen Joint Undertaking, 2024. Disponível em: https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/sites/default/files/2024-11/The%20European%20hydrogen%20market%20landscape_November%202024.pdf. Acesso em: 19 out. 2026.

COMISSÃO EUROPEIA. **Uma estratégia do hidrogénio para uma Europa com impacto neutro no clima.** COM(2020) 301 final. Bruxelas: Comissão Europeia, 2020. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:52020DC0301. Acesso em: 19 out. 2026.

COMISSÃO EUROPEIA. **Plano REPowerEU. COM(2022) 230 final. Bruxelas: Comissão Europeia**, 2022. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:52022DC0230. Acesso em: 19 out. 2026.

COMISSÃO EUROPEIA. **Comunicação sobre o Banco Europeu do Hidrogénio**. COM(2023) 156 final. Bruxelas: Comissão Europeia, 2023. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:52023DC0156. Acesso em: 19 out. 2026.

CONSELHO NACIONAL DE AUTORREGULAMENTAÇÃO PUBLICITÁRIA. **Código Brasileiro de Autorregulamentação Publicitária: atualização do artigo 36 e do Anexo U**. São Paulo: CONAR, 2025. Disponível em: http://conar.org.br/pdf/Codigo-CONAR-2025.pdf. Acesso em: 19 out. 2026.

DELMAS, M. A.; BURBANO, V. C. The drivers of greenwashing. **California Management Review**, v. 54, n. 1, p. 64-87, 2011. https://doi.org/10.1525/cmr.2011.54.1.64

EPE. **Balanço Energético Nacional 2024: ano-base 2023**. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2024. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2024. Acesso em: 19 out. 2026.

IEA. **Global Hydrogen Review 2024.** Paris: International Energy Agency, 2024. Disponível em: https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2024. Acesso em: 19 out. 2026.

KULIN, J. **Quality of government and the relationship between environmental concern and pro-environmental behavior: a cross-national study.** Environmental Politics, v. 30, p. 727-752, 2020. https://doi.org/10.1080/09644016.2020.1809160

LEONIDOU, C. N.; SKARMEAS, D. Gray shades of green: causes and consequences of green skepticism. **Journal of Business Ethics,** v. 144, p. 401-415, 2017. https://doi.org/10.1007/s10551-015-2829-4

LIRA, F.; KAMER, N.; QUITZOW, R. Hydrogen policy in Brazil: an emerging path to green re-industrialization? **Potsdam: Research Institute for Sustainability,** 2025. (RIFS Discussion Paper). https://doi.org/10.48481/rifs.2025.002

MARKET ANALYSIS; INSTITUTO AKATU. **Greenwashing no Brasil 2024: um estudo sobre as alegações ambientais nos produtos.** São Paulo: Market Analysis Brasil, 2024. Disponível em: https://marketanalysis.com.br/na-midia/greenwashing-no-brasil-um-estudo-sobre-as-alegacoes-ambientais-nos-produtos-2024. Acesso em: 19 out. 2026.

NORTH, D. C. **Institutions, institutional change and economic performance**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

OLIVEIRA, A. M.; BESWICK, R. R.; YAN, Y. **A green hydrogen economy for a renewable energy society.** Current Opinion in Chemical Engineering, v. 33, 100701, 2021. https://doi.org/10.1016/j.coche.2021.100701

PEYERL, D.; MACEDO, S.; SILVA FILHO, D. Brazilian hydrogen economy development. **Revista Brasileira de Energia,** v. 29, n. 2, p. 181-200, 2023. https://doi.org/10.47168/rbe.v29i2.800

RÍOS, A.; RAIMO, N.; BENITO, B.; VITOLLA, F.; GUILLAMÓN, M. Governing for the goals: how governance quality shapes the achievement of the sustainable development goals. **Sustainable Development,** 2025. https://doi.org/10.1002/sd.70361

SABA, C. S.; BIYASE, M. **Determinants of renewable electricity development in Europe: do governance indicators and institutional quality matter?** Energy Reports, v. 8, p. 13914-13938, 2022. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.09.184

SPENCE, M. Job market signaling. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 87, n. 3, p. 355-374, 1973. https://doi.org/10.2307/1882010

STAFFELL, I.; SCAMMAN, D.; VELAZQUEZ ABAD, A.; BALCOMBE, P.; DODDS, P. E.; EKINS, P.; SHAH, N.; WARD, K. R. The role of hydrogen and fuel cells in the global energy system. **Energy and Environmental Science**, v. 12, n. 2, p. 463-491, 2019. https://doi.org/10.1039/C8EE01157E

TORRES, R. M. A. C. **A evolução e os determinantes do desenvolvimento sustentável na Administração: uma análise bibliométrica e empírica**. 2026. Dissertação (Mestrado em Administração), Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2026.

UNIÃO EUROPEIA. Regulamento Delegado (UE) 2023/1184 da Comissão, de 10 de fevereiro de 2023, que completa a Diretiva (UE) 2018/2001 estabelecendo uma metodologia da União que define regras pormenorizadas para a produção de combustíveis líquidos e gasosos renováveis de origem não biológica para os transportes. **Jornal Oficial da União Europeia**, L 157, p. 11-19, 20 jun. 2023a. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2023/1184/oj. Acesso em: 19 out. 2026.

UNIÃO EUROPEIA. Regulamento Delegado (UE) 2023/1185 da Comissão, de 10 de fevereiro de 2023, que completa a Diretiva (UE) 2018/2001 estabelecendo um limiar mínimo para a redução das emissões de gases com efeito de estufa dos combustíveis de carbono reciclado e especificando uma metodologia para avaliar a redução das emissões dos combustíveis renováveis de origem não biológica. **Jornal Oficial da União Europeia,** L 157, p. 20-33, 20 jun. 2023b. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2023/1185/oj. Acesso em: 19 out. 2026.

UNIÃO EUROPEIA. Diretiva (UE) 2023/2413 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de outubro de 2023, que altera a Diretiva (UE) 2018/2001 no respeitante à promoção de energia de fontes renováveis. **Jornal Oficial da União Europeia**, L 2023/2413, 31 out. 2023c. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj. Acesso em: 19 out. 2026.

UNIÃO EUROPEIA. Diretiva (UE) 2024/825 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 28 de fevereiro de 2024, que altera as Diretivas 2005/29/CE e 2011/83/UE no que diz respeito à capacitação dos consumidores para a transição ecológica. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 6 mar. 2024. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/825/oj. Acesso em: 19 out. 2026.

URBAŃSKI, M.; HAQUE, A. U. Are you environmentally conscious enough to differentiate between greenwashed and sustainable items? A global consumers' perspective. **Sustainability,** v. 12, n. 5, 1786, 2020. https://doi.org/10.3390/su12051786.

DECLARAÇÕES

Uso de inteligência artificial: a ferramenta de IA Claude (Anthropic) foi utilizada como apoio ao tratamento dos dados, à revisão linguística e à formatação, sob supervisão e responsabilidade intelectual da autora.

Conflito de interesses: a autora declara não haver conflito de interesses.