

RELATÓRIO

PANORAMA 2025



RADAR DO HIDROGÊNIO

O Brasil possui uma combinação estratégica de recursos energéticos e base industrial capaz de posicioná-lo como protagonista na economia global do hidrogênio de baixa emissão de carbono.

Com fontes de energia abundantes, como hídrica, solar, eólica, gás natural e biomassa, o país apresenta condições favoráveis para a produção sustentável do hidrogênio, para atender a demanda interna e externa em setores como agronegócio, transporte, siderurgia e mineração.

No entanto, alinhar esse potencial às metas de descarbonização até 2050 requer planejamento estratégico para superar desafios logísticos, aprimorar o armazenamento e promover sinergias tecnológicas.

Ao mesmo tempo, as oportunidades são amplas. Investimentos em pesquisa e inovação podem consolidar a autonomia tecnológica nacional, ampliando a competitividade brasileira no mercado internacional.

O robusto e diversificado setor produtivo nacional pode ser um aliado na fabricação de equipamentos e no fornecimento de engenharia e serviços especializados, enquanto parcerias globais podem acelerar o desenvolvimento do setor.

Com um olhar abrangente e estratégico, o Brasil tem a chance de transformar desafios em vantagens, contribuindo significativamente para a transição energética global e para uma economia mais sustentável.

DESCARBONIZAÇÃO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA COM HIDROGÊNIO

CENÁRIO

O desenvolvimento econômico demanda cada vez mais energia. A segurança energética requer maior independência e soluções locais (bp Outlook, 2024).

As mudanças climáticas têm se agravado, resultando em perdas humanas e custos que vão desde infraestrutura a alterações nos padrões de chuvas e estiagem, com impacto negativo nos ciclos de produção agropecuária e stress na oferta de alimentos a nível mundial e crise migratória (FAO, 2023).

A ciência tem alertado sobre o aumento das emissões de gases do efeito estufa (GEE) e suas causas antropogênicas (IPCC, 2023).

No Brasil, o setor de transportes é responsável por 50% das emissões de GEE, com 217.0 Mt CO2-eq (EPE, 2024).

Uma potência do agronegócio e da produção agroindustrial, o Brasil é o quarto maior produtor mundial de alimentos, depois da China, EUA e Índia. No entanto, o país é o maior importador de fertilizantes, com 15.2 milhões de dólares em 2024 (MDIC, ANDA, FIRJAN, 2025).

A produção de fertilizantes nitrogenados de baixo carbono no Brasil, não só proporcionará segurança no abastecimento desse importante insumo, como irá também colaborar na descarbonização de sua principal fonte de superavit comercial.

A adoção do Hidrogênio de baixa emissão de carbono tem sido apontada como uma solução viável para a gradual substituição de insumos e energia de origem fóssil, principal causa das emissões de GEE (IEA, 2023).

Em nosso país, o setor energético, de transporte e o agronegócio tem sido porta de entrada para a adoção das novas tecnologias de baixo carbono como gás natural, captura, armazenamento e uso de carbono, bioenergia, combustíveis sintéticos, eletrólise, energia nuclear entre outras.



ESTRATÉGIA BRASILEIRA PARA A ECONOMIA DO HIDROGÊNIO

OBJETIVOS

A missão do Brasil é acelerar a economia do hidrogênio de baixa emissão de carbono no país e aproveitar as oportunidades do mercado global de produtos de baixa emissão de carbono e sua cadeia de suprimento na transição energética. Além disso, o país almeja tornar o hidrogênio de baixa emissão de carbono competitivo e prover alternativa para setores de difícil abatimento de emissões no Brasil e no mercado global.



Valorizar o potencial nacional de recursos energéticos: reconhecendo as diversas fontes para obtenção do hidrogênio, sendo elas renováveis ou não, bem como a ampla gama de aplicações em múltiplos setores da economia (transportes, energia, siderurgia e mineração, por exemplo)



Ser abrangente: reconhecendo a diversidade de fontes energéticas e alternativas tecnológicas disponíveis ou potenciais, inclusive as possíveis sinergias, para produção, logística, armazenamento e uso do hidrogênio



Alinhar-se às ambições de descarbonização da economia: considerando rotas tecnológicas que viabilizem o hidrogênio e contribuam para a neutralidade líquida de carbono até 2050



Valorizar e incentivar o desenvolvimento tecnológico nacional: tendo em vista os investimentos e experiências já existentes no País e a necessidade da continuidade do esforço em pesquisa, desenvolvimento e inovação, com vistas à capacitação e autonomia tecnológica e desenvolvimento do sistema produtivo nacional



Almejar o desenvolvimento de um mercado competitivo: considerando o potencial de demanda interna e para exportação de hidrogênio e derivados, bem como a evolução dos custos e riscos nos horizontes de curto, médio e longo prazos



Buscar sinergias e articulação com outros Países: reconhecendo que esse mercado deve ter abrangência global e seu desenvolvimento pode ser acelerado por meio de cooperação e coordenação internacional



Reconhecer a contribuição da indústria nacional: o País tem base industrial robusta para a produção de bens de capital, produtos e serviços aptos para contribuir com a economia do hidrogênio

PRIORIDADES



2023–2025

Definir marco legal-regulatório nacional

Intensificar investimentos em PD&I, com foco na redução de custos

Ampliar acesso a financiamento

MERCADO DE HIDROGÊNIO NO BRASIL

IMENSO POTENCIAL ENERGÉTICO

BRASIL

O Brasil tem um potencial supridor para o mercado doméstico e internacional, considerando a produção por diferentes processos produtivos



Recursos Naturais

A diversidade de recursos energéticos do Brasil favorece a criação de grandes oportunidades para o desenvolvimento da economia do hidrogênio no país, a partir de diferentes rotas tecnológicas



Domínio Tecnológico

Considerando as tecnologias já operacionais no Brasil e aquelas que possuem viabilidade técnica e econômica em outros países, o Brasil contabiliza potencial técnico para produção de hidrogênio superior a 480 megatoneladas/ano



Posicionamento Estratégico

O Brasil está entre os países mais bem posicionados para a produção de hidrogênio de baixa emissão de carbono. Contribuem para essa perspectiva a atual composição da matriz elétrica do país, com 90% oriunda de fontes renováveis, os baixos custos de geração de energia a partir da geração eólica onshore e solar fotovoltaica, cujas plantas possuem fatores de capacidade que superam as registradas em outros países e a constante ampliação da infraestrutura de transmissão.



PROJETOS

De olho nesse potencial, em 2025 o Brasil já registra 30 bilhões de dólares em projetos anunciados de hidrogênio de baixa emissão de carbono, em diferentes estágios de implementação. Os projetos com maiores níveis de maturidade possuem Memorando de Entendimento (MoU) ou pré-contratos estabelecidos, e a maioria está localizada em instalações portuárias existentes ao longo da costa brasileira.

US\$30bi

em projetos de hidrogênio anunciados para o Brasil

1,8 gigatoneladas

potencial técnico para produção anual de hidrogênio no Brasil



HIDROGÊNIO

PRINCIPAIS PROJETOS

HIDROGÊNIO DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO



Projeto: "H2Orizonte Verde"
Empresa: CSN
Briefing: Iniciativa da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) voltada ao desenvolvimento e implementação de soluções sustentáveis no setor industrial brasileiro, com ênfase na produção de hidrogênio de baixo carbono. Em parceria com a Petrobras, a CSN planeja construir uma planta de hidrogênio no Paraná, utilizando processos de eletrólise alimentados por fontes de energia renovável, como solar e eólica, visando reduzir as emissões de CO₂ e promover a transição para uma economia de baixo carbono

Projeto: "DRHy"
Empresa: EDP Renováveis Brasil
Briefing: O projeto DRHy, desenvolvido pela EDP Renováveis Brasil, busca implantar um hub de produção de hidrogênio de baixa emissão no Ceará, utilizando fontes renováveis como solar e eólica para alimentar processos de eletrólise. Com o objetivo de descarbonizar setores estratégicos da economia brasileira e impulsionar a exportação de energia limpa, o projeto se alinha às metas globais de sustentabilidade e transição energética.

Projeto: "HUB de H2V de Camaçari"
Empresa: Neoenergia S.A.
Briefing: A Neoenergia está desenvolvendo um projeto de hidrogênio verde no Polo Industrial de Camaçari, na Bahia, com o objetivo de produzir hidrogênio a partir de fontes renováveis, como energia eólica e solar. A iniciativa visa contribuir para a descarbonização da indústria local e promover o desenvolvimento sustentável na região. O projeto está alinhado às estratégias da Neoenergia de investir em soluções inovadoras e sustentáveis no setor energético.

Projeto: "Uberaba Green Fertilizer"
Empresa: Atlas Agro Brasil Fertilizantes
Briefing: A Atlas Agro Brasil está desenvolvendo o projeto Uberaba Green Fertilizer (UGF), uma planta de fertilizantes nitrogenados sustentáveis em Uberaba, Minas Gerais. A instalação utilizará tecnologias inovadoras para produzir fertilizantes de forma ambientalmente responsável, alinhando-se às práticas de agricultura sustentável e contribuindo para a descarbonização do setor agrícola brasileiro. Este projeto reforça o compromisso da Atlas Agro com a inovação e a sustentabilidade na produção de insumos agrícolas.

Projeto: "Hub de Hidrogênio - SP"
Empresa: Petrobras S.A.
Briefing: O "Hub de Hidrogênio em São Paulo", desenvolvido pela Petrobras S.A., é uma iniciativa estratégica para impulsionar a produção de hidrogênio renovável no Brasil. O projeto, localizado no estado de São Paulo, visa utilizar energia de fontes renováveis para alimentar processos de eletrólise, alinhando-se às metas de descarbonização e transição energética da empresa. Além de fomentar a sustentabilidade, o hub busca estabelecer a Petrobras como protagonista no mercado emergente de hidrogênio, reforçando seu compromisso com inovação tecnológica e redução de emissões de carbono.

Projeto: "Hub H2 Açú"
Empresa: Prumo Logística S.A.
Briefing: O Hub H2 Açú, desenvolvido pela Prumo Logística S.A., é uma iniciativa estratégica localizada no Porto do Açú, no Rio de Janeiro, destinada a acelerar projetos de hidrogênio renovável e de baixo carbono. Com uma área licenciada de 1 milhão de metros quadrados, o hub planeja capacidade instalada de até 3,7 GW em eletrolisadores, permitindo uma produção anual de 605 mil toneladas de hidrogênio de baixo carbono. Além disso, o complexo está preparado para a produção de 1,9 milhão de toneladas de amônia e 315 mil toneladas de e-metanol por ano.

HIDROGÊNIO DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO



Projeto: "B2H2"
Empresa: Copel GET
Briefing: A Copel Geração e Transmissão (Copel GET) está desenvolvendo o projeto B2H2 no estado do Paraná, com o objetivo de explorar a produção de hidrogênio a partir de fontes renováveis, como biomassa. Este projeto piloto visa avaliar a viabilidade técnica e econômica da produção de hidrogênio verde, contribuindo para a sustentabilidade e a descarbonização do setor energético no estado. A iniciativa está alinhada às estratégias da Copel de investir em soluções inovadoras e sustentáveis para o futuro energético.

Projeto: "H2AL-BRUK"
Empresa: Solatio Holding
Briefing: A Solatio Holding Gestão de Projetos Solares está desenvolvendo o projeto H2AL-BRUK, uma iniciativa de hidrogênio verde no Brasil. O projeto visa a produção de hidrogênio utilizando energia solar fotovoltaica, alinhando-se às metas de descarbonização e transição energética. A Solatio, reconhecida por sua atuação no setor de energia solar, busca com o H2AL-BRUK fortalecer sua posição no mercado de energias renováveis e contribuir para a sustentabilidade ambiental.

Projeto: "Hub de H2V de Cubatão"
Empresa: Eletrobras
Briefing: A Eletrobras está desenvolvendo o projeto Hub de Hidrogênio Verde de Cubatão, localizado no polo industrial de Cubatão, São Paulo. Esta iniciativa visa a produção de hidrogênio utilizando fontes de energia renovável, como solar e eólica, para alimentar processos de eletrólise. O projeto tem como objetivo contribuir para a descarbonização da indústria local e promover a transição energética no Brasil, alinhando-se às metas de sustentabilidade e redução de emissões de gases de efeito estufa.

Projeto: "Hub de Hidrogênio e Amônia"
Empresa: Cemig
Briefing: A Cemig Geração e Transmissão S.A. está desenvolvendo o projeto Hub de Hidrogênio e Amônia - MG, que visa implantar uma planta piloto de produção de hidrogênio em Minas Gerais, com potência entre 1 MW e 10 MW, utilizando eletricidade proveniente de fontes renováveis. O hidrogênio produzido poderá ser aplicado na produção de amônia e fertilizantes nitrogenados, combustíveis, armazenamento de energia e descarbonização de processos industriais.

Projeto: "Projeto H2V"
Empresa: Ecohydrogen Energy S.A.
Briefing: A Ecohydrogen Energy está desenvolvendo o projeto H2V, que visa a produção de hidrogênio por meio da eletrólise da água, utilizando energia elétrica proveniente de fontes renováveis. O projeto tem como objetivo atender a diversos setores industriais, incluindo a produção de aço verde, alumínio, fertilizantes e processos de refino, contribuindo para a descarbonização da economia brasileira. A iniciativa está alinhada às estratégias do governo brasileiro para o desenvolvimento de hubs de hidrogênio, promovendo a transição energética e a sustentabilidade ambiental.

Projeto: "Hub Suape TE"
Empresa: Suape
Briefing: O Hub Suape TE é uma iniciativa estratégica para transformar o Complexo Industrial Portuário de Suape, em Pernambuco, em um polo de produção, armazenamento e distribuição de hidrogênio de baixa emissão. Selecionado pelo Ministério de Minas e Energia, o projeto visa impulsionar a transição energética na região, aproveitando a infraestrutura portuária existente para facilitar a exportação e importação de hidrogênio. Além disso, busca atrair investimentos e fomentar o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, alinhando-se às metas de descarbonização do Brasil.

HIDROGÊNIO DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO



Projeto: "Unidade de Produção de H2V"

Empresa: Fortescue

Briefing: O projeto da Fortescue no Porto do Pecém prevê a instalação de uma unidade integrada de produção de hidrogênio de baixa emissão (H2V) e amônia, com capacidade de gerar 175 mil toneladas de hidrogênio por ano, o que equivale a 900 mil toneladas de amônia. Com um investimento estimado em R\$ 20 bilhões, a iniciativa reforça o compromisso da empresa com a transição energética e a descarbonização da indústria, posicionando o Brasil como um dos líderes globais na produção de combustíveis sustentáveis.

.

Projeto: "Plantas de H2"

Empresa: Qair

Briefing: O grupo Qair firmou um memorando de entendimento com o estado do Ceará para investir €5,85 milhões na produção de hidrogênio verde e energia eólica offshore no Porto do Pecém. O projeto prevê um investimento total de US\$6,95 bilhões, com a criação de cerca de 2.000 empregos na construção e 600 empregos diretos na operação. A iniciativa inclui US\$3,8 bilhões destinados às plantas H2' Liberté, H2' Fraternité e H2' Pernambuco, que serão instaladas na Zona de Processamento de Exportação do Ceará (ZPE), em quatro fases, além de US\$3 bilhões para um parque eólico offshore em Acaraú, fortalecendo o Ceará como polo estratégico de energia renovável.

Projeto: "Hub H2V"

Empresa: Pecém

Briefing: O Hub H2V do Pecém é uma iniciativa estratégica desenvolvida por meio de uma joint venture entre o Governo do Estado do Ceará e o Porto de Roterdã, o maior da Europa. Localizado no Complexo Industrial e Portuário do Pecém, que possui mais de 19 mil hectares, o projeto se destaca como um dos principais polos de hidrogênio de baixa emissão de carbono (H2V) no Brasil. Com uma infraestrutura robusta e localização privilegiada, o hub impulsiona o desenvolvimento industrial, econômico e social do Ceará e do Nordeste, abrigando os primeiros grandes projetos do setor no país.

Projeto: "Coast HUB"

Empresa: Green Energy Park

Briefing: Desenvolvido pelo Green Energy Park em parceria com o Governo do Piauí e o Porto de Luís Correia, será um dos maiores projetos de hidrogênio de baixa emissão do Brasil. Com um investimento superior a R\$ 200 bilhões, o projeto prevê a produção de 2,8 milhões de toneladas de hidrogênio e 15 milhões de toneladas de amônia por ano, a partir da Zona de Processamento de Exportação (ZPE) de Parnaíba. A operação, programada para iniciar em 2028, será realizada em seis fases e terá como destino de exportação mercados estratégicos na Europa, Oriente Médio e Ásia, consolidando o Piauí como um polo global de energia sustentável.



Carlos Favoreto é Engenheiro Agrônomo, Especialista em Ciências Ambientais e Doutor em Ciências Ambientais, Tecnologia e Inovação em Agropecuária. CEO da ECP Environmental Solutions, do Rio Olympic Golf Course e da Rio+Agro. É Cavaleiro da Ordem Magistral de Malta e Membro do Conselho Econômico da Arquidiocese do Rio de Janeiro.

Hidrogênio a partir da Biomassa na Agropecuária Brasileira: Oportunidades e Sustentabilidade

O aproveitamento da biomassa na agropecuária brasileira vem se consolidando ao longo dos últimos 10 anos, como uma alternativa estratégica e sustentável para a geração de energia e a promoção de uma agricultura de baixo carbono. Esse tema integra benefícios ambientais, sociais e econômicos, sendo impulsionado por investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) que têm ampliado a competitividade do agronegócio e gerado novas oportunidades, especialmente para pequenos e médios produtores.

Resíduos agrícolas, como bagaço de cana, palha de milho e cascas de grãos, representam importantes fontes de biomassa. Sua conversão em energia térmica, elétrica ou biocombustíveis — como biogás e etanol de segunda geração — exemplifica como tecnologias inovadoras podem agregar valor ao setor. Além disso, a biomassa tem potencial para impulsionar a produção de hidrogênio de baixa emissão de carbono (H2BEC), uma solução promissora na transição energética global. Esse tipo de hidrogênio é produzido pela eletrólise da água, utilizando energia renovável, como a gerada pela biomassa, contribuindo para a redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) e fortalecendo a sustentabilidade no campo.

Instituições como a Embrapa, Centro de Pesquisas e Associações Científicas e Universidades Brasileiras, vem desempenhando um papel central no desenvolvimento de tecnologias de conversão de biomassa, como biodigestores e sistemas de cogeração. Essas inovações tecnológicas, ampliam a inclusão de pequenos e médios produtores na cadeia de valor, aumentando a rentabilidade e, conseqüentemente, a sustentabilidade de suas propriedades. Programas como o Plano ABC+ (Agricultura de Baixo Carbono) tem promovido a adoção de práticas sustentáveis na agropecuária. Essas iniciativas viabilizam a integração de novas tecnologias, como sistemas agroflorestais e manejo regenerativo, como a Integração ILPF (Lavoura-Pecuária-Floresta) que não apenas sequestram carbono, mas também aumentam a produtividade e a resiliência dos solos. Para os produtores agrícolas, o acesso a políticas públicas, linhas de crédito, como o Pronaf Sustentável, e parcerias público-privadas é fundamental para superar limitações financeiras e técnicas.

A produção de H2BEC, a partir da biomassa, é uma solução estratégica que pode posicionar o Brasil como um líder global na transição energética. Além de reduzir impactos ambientais, essa abordagem fortalece a competitividade do agronegócio e apoia o cumprimento das metas climáticas estabelecidas no Acordo de Paris.

Os avanços no setor serão discutidos na segunda edição do Rio+Agro 2025, que reunirá especialistas, produtores e líderes globais no Rio de Janeiro, para debater os desafios e as oportunidades do agronegócio sustentável. O encontro será uma oportunidade de reafirmar o compromisso do Brasil com a sustentabilidade e destacar as conquistas nacionais em soluções de baixo carbono, além de outros temas.

Em síntese, o aproveitamento da biomassa na agropecuária brasileira, com foco na produção de H2BEC, representa um modelo de inovação e sustentabilidade. Essa estratégia não só contribui para a mitigação das mudanças climáticas, mas também fortalece o setor agropecuário brasileiro, como referência mundial em práticas sustentáveis.



Gabriel Kropsch é sócio-fundador da Sinergás, com mais de 30 anos de experiência no setor de O&G e Biometano. Cofundador e conselheiro da ABiogás, é Diretor Executivo do Comitê Nacional do GNV e Presidente do Conselho Empresarial de Energia e Transição Energética da ACRJ. Formado em Administração pela PUC-Rio, possui MBA pelo Coppead/UFRJ, certificação em Governança Corporativa pela FGV e é Alumni do programa Owners/Presidents Management da Harvard Business School.

A Biomassa e Resíduos Urbanos: Uma Nova Era da Energia Renovável

A geração de resíduos no mundo atingiu níveis alarmantes. Segundo o Banco Mundial, a humanidade produz mais de 2 bilhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos anualmente, e esse número pode chegar a 3,4 bilhões de toneladas até 2050, impulsionado pelo crescimento populacional e pela urbanização acelerada. Enquanto produtos recicláveis como papel, metal e plástico apresentam desafios logísticos e econômicos, os caminhos para a redução, reutilização e reciclagem desses materiais são amplamente conhecidos e adotados. Mas o que fazer com os resíduos não recicláveis, como os resíduos orgânicos, que representam cerca de 44% dos resíduos sólidos urbanos globais?

Esse é um dos grandes desafios do século 21: transformar um problema ambiental em uma oportunidade energética. Resíduos orgânicos, ao invés de contribuírem para emissões de metano — um gás de efeito estufa mais potente que o CO₂ —, podem ser convertidos em recursos valiosos como biogás, biometano e fertilizantes.

O uso de biomassa e resíduos urbanos como fonte de energia tem transformado a matriz energética global. De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA), o potencial da bioenergia é vasto e subutilizado, representando cerca de 10% do consumo energético global, mas com capacidade para triplicar até 2050. A biomassa, em suas diversas formas — resíduos agrícolas, industriais e urbanos —, além de contribuir para a geração de energia, se destaca pela mitigação de emissões de gases de efeito estufa, combatendo um dos principais desafios climáticos da atualidade.

No Brasil, a bioenergia ocupa posição estratégica. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o biometano, derivado do biogás, tem ganhado relevância, destacando-se como um complemento sustentável ao gás natural. Fontes como aterros sanitários, efluentes agroindustriais e resíduos da cadeia de proteína animal têm impulsionado sua produção. Segundo a Associação Brasileira do Biogás (ABIOGÁS) já são 23 unidades de produção de biometano para autoconsumo e mais 8 autorizadas pela ANP para comercialização com terceiros, além de outras 29 em processo de autorização, totalizando 2 milhões de Nm³ por dia de produção. O setor sucroenergético lidera a transformação no uso de resíduos para biogás, com potencial estimado de 5,2 bilhões de Nm³/ano, mas ainda subutilizado em apenas 5% de sua capacidade.

No horizonte de desenvolvimento tecnológico, surgem inovações com impacto disruptivo. Uma delas é o Combustível Sustentável de Aviação (SAF), produzido a partir de biomassa e resíduos, cuja viabilidade econômica e ambiental tem atraído investimentos de grandes players internacionais. Outra frente promissora é o hidrogênio de baixo carbono, obtido a partir do biogás. Estudos indicam que o Brasil possui capacidade técnica para produzir hidrogênio suficiente para atender mais de 30 vezes sua demanda atual de ureia agrícola.

Pequenos e médios produtores têm papel fundamental nesse processo. A descentralização da produção de biocombustíveis oferece soluções locais para o tratamento de resíduos, geração de renda e fornecimento de energia limpa. Além disso, iniciativas públicas e privadas têm fomentado tecnologias acessíveis, promovendo inclusão e competitividade, integrando a produção descentralizada de energia renovável ao abastecimento urbano e industrial, particularmente para estados fora das redes de gás canalizado.

O futuro da bioenergia no Brasil está intrinsecamente ligado ao fortalecimento de políticas públicas e ao incentivo à pesquisa e inovação. A sinergia entre os setores privado, acadêmico e governamental será essencial para integrar tecnologias de ponta à cadeia produtiva, promovendo uma economia de baixo carbono e sustentável.

Em suma, o aproveitamento de biomassa e resíduos urbanos não é apenas uma alternativa energética, mas uma estratégia crucial para a descarbonização da economia e o cumprimento das metas climáticas globais. A transição energética liderada por essas fontes renováveis coloca o Brasil em posição de destaque no cenário mundial, pavimentando um futuro mais verde e inclusivo.



Giovani Machado é economista pela UFF, mestre e doutor em Planejamento Energético pela COPPE/UFRJ. Tem mais de 30 anos na área de energia. Assumiu diversas posições de gestão na carreira, inclusive Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais e Diretor Interino de Estudos de Energia Elétrica da Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Atualmente, é Assessor da Presidência da EPE e integrante do COGES do PNH2.

Hidrogênio

Uma boa solução tecnológica usualmente provoca euforia e ansiedade de início e percepções de que se está atrasado em diversas partes interessadas.

Nesse contexto, surgem pressões sociopolíticas e a disseminação de falas sobre a falta de senso de urgência governamental. No Brasil, em particular, sempre se recorre ao clichê de que “o Brasil não perde a oportunidade de perder oportunidades”. Recurso sofista de partes interessadas para manipular a agenda e a opinião pública, na tentativa de gerar urgências (na verdade, apressar) e subverter prioridades. Parte do jogo numa democracia, cujas pressões devem ser respondidas com trabalho árduo e contínuo, bem como com a comunicação adequada e eficaz, inclusive para explicar fases e ritmos.

É frequente que, no médio prazo, haja um certo desânimo, quando o desejo de inovações disruptivas e de disseminação imediata encontra a realidade. Como se o equívoco não fosse a euforia e a crença de que o otimismo per se seja suficiente para remover barreiras ao desenvolvimento de mercado rapidamente e motivar potenciais consumidores a adotar as inovações.

Como em todo mercado infante, a indústria de hidrogênio de baixa emissão está assistindo, globalmente, ao encontro com a realidade. É nesse momento que a euforia precisa ser substituída pelo realismo e o reconhecimento de que a agenda de inovação e desenvolvimento do mercado evoluiu bastante, pressionando modelos de negócios que não se sustentavam a serem postergados ou cancelados. Nesse amadurecimento, permanecerão os projetos que “ficam em pé”, com bons modelos de negócios e sejam mais competitivos.

A observação atenta da evolução da agenda e das entregas realizadas pelos Poderes Executivo e Legislativo e agentes envolvidos no desenho de mercado revela um enorme sucesso para constituir uma indústria de hidrogênio de baixa emissão no Brasil. Por mais que haja bombardeios quase diários nos meios de comunicação, redes sociais e eventos de que estamos atrasados e perdendo oportunidades no país.

O Brasil realizou um grande esforço para estruturar um arcabouço institucional e legal robusto, o qual criará oportunidades reais para diversos grupos de investidores, tecnologias, regiões e cadeias de valor que foquem no relevante.

Agora, o país avança para regulamentar a Lei e estabelecer dispositivos regulatórios robustos. Também se nota um grande esforço do Poder Executivo para estruturar e reforçar linhas de financiamento (inclusive internacionais), mecanismos de incentivos, redes e projetos de P&DI, cadeias de fornecedores, arranjos produtivos locais e formação de recursos humanos. Ademais, cooperações internacionais estão evoluindo de estudos e MOUs (Memorandos de Entendimento) para projetos demonstração e/ou de escala industrial e para acordos internacionais.

Há diversos sinais muito positivos surgindo no Brasil, ainda que com expectativas mais realistas. Não são PPT's, figuras coloridas ou número de MOU's, frequentemente propagandeados em eventos e publicações internacionais. São ações concretas: projetos evoluindo em fases de maturidade, capacidades produtivas sendo ampliadas, ônibus rodando em prestação de serviço público, projetos sólidos (tanto brownfield quanto greenfield) na chamada de hubs de hidrogênio e de descarbonização da indústria no âmbito do BR-UK PACT.

Enquanto países que apostaram em estratégias eufóricas, irrealistas e disfuncionais assistem seus planos malograrem ou atrasarem, a estratégia do hidrogênio de baixa emissão no Brasil se desenvolve de maneira robusta. Isto porque as lideranças do país souberam resistir ao canto das sereias e fizeram o que era o adequado para desenvolver uma indústria nascente e priorizar as ações estruturantes.

Mais ainda, as lideranças brasileiras avisaram aos países mais eufóricos que o que estavam fazendo não daria certo. Nesse alerta, encontrou parceiros com estratégias similares e que focaram em desenhos de mercado adequados e em ações estruturantes prioritárias. Esses lanços se estreitaram nas atuações para a construção de desenhos do mercado global de hidrogênio de baixa emissão.

No Brasil, em particular, os passos corretos estão sendo dados com firmeza para o alcance dos objetivos estratégicos. As peças do quebra-cabeças vão se encaixando e formando a figura do mercado.

O hidrogênio de baixa emissão será uma solução relevante para a transição energética. É fundamental lembrar, de qualquer forma, que a transição energética é uma maratona, não uma corrida de 100 metros. Quem tenta correr uma maratona em ritmo de 100 metros ou não completa a corrida ou cai e perde tempo. Urgência e pressa são dois conceitos distintos.



Karine Fragoso é Gerente Geral de Petróleo, Gás, Energias e Naval da Federação das Indústrias do Rio de Janeiro, FIRJAN. Foi Diretora Geral da ONIP Organização Nacional da Indústria do Petróleo. É Economista pós-graduada em Economia e Gestão de Energia pela COPPEAD/UFRJ

Brevidades do Hidrogênio

Quando falamos em transição, sobre segurança ou de justiça energética, é sobre eficiência que falamos. E sendo breve, a desejada transição energética é sobre como seremos mais eficientes em carbono sem perder os ganhos de uma energia acessível e o conforto que ela nos oferece. É sobre como nações estabelecem novos padrões para si e para os demais, que sejam adequados às nossas demandas ambientais, a um custo acessível para mais, e cada vez mais pessoas.

Enquanto alguns se movimentam para permanecer no jogo, outros chegam para incrementar a partida, trazendo novas possibilidades. Nesse sentido, o hidrogênio, em especial o hidrogênio de baixo carbono - HBC, desponta como uma das grandes promessas do século XXI, capaz de responder muitas das aspirações do cenário 2050 para a matriz energética mundial menos carbonizada. Isso porque é a solução com maior capacidade de reduzir a emissão de gases de efeito estufa enquanto aumenta a disponibilidade de combustível para países energo-dependentes.

Se por um lado o hidrogênio de baixo carbono ainda enfrenta desafios estruturais – que podem definir o rumo do seu desenvolvimento comercial e a formação de um mercado maduro com produção em larga escala, por outro, daqui, acompanhamos o engajamento de muitos agentes na superação desses e outros desafios, perseguindo potenciais ganhos com sua implantação. E vamos focar no Brasil. Em estudos da Agência Internacional de Energia - IEA, a demanda brasileira de hidrogênio de baixo carbono pode crescer até 97% ao chegarmos em 2030, frente a 2022. Mas não se engane, para isso são muitos os riscos que precisamos afastar para que possamos criar um ambiente seguro e atrativo aos investimentos necessários. E, sim, 2024 foi um ano marcado por avanços legais e regulatórios no mercado das energias e dos combustíveis, incluindo o hidrogênio.

A previsão de R\$ 18,3 bilhões em créditos entre 2028 e 2032 demonstra o compromisso do governo brasileiro em alavancar a competitividade da indústria nacional em alinhamento com as exigências globais, e tornar o hidrogênio brasileiro mais atrativo. Boa parte desses recursos deve construir respostas aos bons desafios que permanecem e que não se afastam do desenvolvimento de soluções tecnológicas, como os listados no Mapa e Guia Estratégico do Hidrogênio para o Rio de Janeiro, lançado no último ano, pela FIRJAN. Então, sim, as novas tecnologias são pilares de qualquer projeto de hidrogênio. E quanto mais as dominarmos, melhor nos posicionaremos.

As regulamentações, normas e certificações darão o tom e é hora de muita, muita atenção. Ainda há indefinições quanto aos métodos e parâmetros que devem ser empregados, o que pode gerar problemas ao longo de toda a cadeia de valor. Mas também podem ser tratados como oportunidades para o Brasil se destacar não só como produtor de hidrogênio, mas como fornecedor no encadeamento industrial desse novo mercado.

A padronização vem para garantir a confiabilidade e a eficiência do mercado. Além disso, traz respostas aos anseios de elevados padrões de segurança para lidar com pressões extremas e riscos de vazamento. A solução para esses desafios vem com seriedade e serenidade, priorizando a proteção de pessoas e, também, de investimentos.

Segundo o Painel de Projetos de Energia da FIRJAN, o estado do Rio de Janeiro já abriga seis projetos voltados para o hidrogênio, totalizando investimentos em US\$ 8,5 bilhões até 2030, ou a valores de câmbio atuais, mais de R\$ 51 bilhões. Empresas como Porto do Açu, Eletrobras, Shell, Fortescue, White Martins, Casa dos Ventos e Comerc lideram iniciativas que prometem transformar a região em um polo estratégico para o desenvolvimento do hidrogênio de baixo carbono no Brasil.

A viabilidade de qualquer produto depende de sua competitividade econômica frente a seus concorrentes, no caso do hidrogênio, em relação a outras soluções energéticas. Em um cenário de crescente diversidade de fontes de energia, o custo do hidrogênio de baixo carbono precisa ser atrativo o suficiente para construir demanda e consolidar seu papel na matriz energética do Brasil e do mundo. Seguiremos trabalhando!



Maria Amélia Braga é sócia responsável pela área de Óleo & Gás do escritório TAGD Advogados. Foi Consultora Jurídica da PPSA. Formada pela UERJ, pós-graduada em Direito Tributário pelo IBET e professora convidada da Universidade Católica de Petrópolis, é ativa participante e conferencista do setor.

Aceleração da adoção do Hidrogênio no Brasil: oportunidades e desafios

O Brasil possui grandes oportunidades no mercado de hidrogênio de baixa emissão de carbono. Contudo, seu sucesso dependerá da rapidez na execução, da criação de uma infraestrutura robusta e do apoio contínuo a inovações tecnológicas, tornando-o uma peça-chave para a matriz energética nacional.

A Lei nº 14.948/2024, sancionada em agosto de 2024, estabeleceu a Política Nacional do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono ("H2BEC"), criando um Regime Especial de Incentivos para a Produção de Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono ("REHIDRO") e o Programa de Desenvolvimento do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono ("PHBC"). A ANP passa a ser a responsável pela regulação da produção e comercialização do hidrogênio.

Embora o marco legal seja um avanço, a ANP ainda não concluiu a regulamentação para a plena implementação da Lei, o que cria um cenário de incerteza para investidores e empresas do setor. Além disso, a criação de um Sistema Brasileiro de Certificação do Hidrogênio ("SBCH2") será fundamental para garantir a rastreabilidade das emissões de CO2.

Infelizmente, experiências passadas, como o caso da ainda não regulamentada Lei nº 14.134/2021, sancionada há mais de três anos, geraram frustração em diversos setores da indústria, principalmente naqueles envolvidos no mercado de Gás Natural. A expectativa era de que a ANP publicasse as normas necessárias para regulamentar a abertura do mercado no Brasil. No entanto, até o momento, elas não foram completamente implementadas, o que deixa o mercado em um estado de incerteza, dificultando novos investimentos e a inovação no setor.

Esse cenário se assemelha à situação enfrentada pelo marco legal do hidrogênio, que, embora também tenha sido um passo importante para o desenvolvimento do setor, ainda carece de regulamentações detalhadas para a sua plena implementação. A Lei trouxe grandes expectativas, mas assim como no setor de gás, a falta de regulamentação específica da ANP tem gerado um ambiente de incerteza. Empresas e investidores aguardam a definição das normas para certificação e rastreamento das emissões de CO2 no processo produtivo, o que é crucial para garantir que o país se posicione como um expoente no mercado global do H2BEC.

O paralelo entre essas duas leis revela a importância de uma regulação eficiente e tempestiva para viabilizar o sucesso da transição energética e alcançar a descarbonização.

Além disso, o armazenamento e transporte do hidrogênio demandam grandes investimentos em infraestrutura, como cavernas de armazenamento e gasodutos, essenciais para o armazenamento de grandes volumes de hidrogênio. O transporte também precisa ser expandido, especialmente para atender às necessidades do mercado interno e das exportações.

O H2BEC tem o potencial de ser uma das principais soluções para a descarbonização de setores difíceis eletrificação, como a siderurgia e a produção de fertilizantes. O apoio de incentivos fiscais e a criação de um mercado competitivo são essenciais para fomentar a produção e o uso do hidrogênio em larga escala no Brasil.

A implementação rápida será crucial, devemos superar a fase de testes e iniciar projetos de maior escala necessários para impulsionar a produção e garantir que o Brasil aproveite as vantagens do hidrogênio como solução de baixo carbono.

Apesar dos desafios como a falta de infraestrutura e a necessidade de financiamento, esses obstáculos oferecem oportunidades para inovação e crescimento. A implementação de uma regulamentação clara e eficiente pode superar a insegurança jurídica e impulsionar o desenvolvimento do setor. Com passos certos e firmes, o Brasil tem o potencial de se tornar um dos líderes mundiais em soluções de energia sustentável e de baixo carbono.



Nathalia Weber é engenheira de Petróleo com pós-graduação em Tecnologia da Energia pela USP. Pesquisadora do Research Center for Gas Innovation da USP, com experiência em consultoria e pesquisa em aspectos técnicos e econômicos no setor de energia, com ênfase na cadeia do gás natural e captura de carbono. É diretora e cofundadora da Associação CCS Brasil.

Hidrogênio e o longo prazo

O desenvolvimento do hidrogênio no Brasil simboliza tanto os desafios quanto as oportunidades de construir uma economia de baixo carbono. O interesse crescente no tema, vindo de empresas, governos, academia e sociedade, demonstra que o país está atento ao papel estratégico do hidrogênio no futuro energético. Mas, para que esse potencial se concretize, será fundamental alinhar ambição com planejamento e ação coordenada.

O hidrogênio de baixo carbono será indispensável para enfrentar as mudanças climáticas, especialmente nos setores mais difíceis de descarbonizar, como a indústria e o transporte pesado. O Brasil tem um reconhecido e importante diferencial competitivo, graças à sua diversidade de recursos naturais e à possibilidade de combinar diferentes tecnologias para a produção de hidrogênio. Essa pluralidade nos permite explorar caminhos que vão até além das energias solar e eólica, como o uso de biomassa, gás natural associado a tecnologias de captura de carbono (CCS) e mesmo o hidrogênio natural.

Entretanto, é essencial reconhecer que o avanço do hidrogênio dependerá de estratégias que equilibrem visão de longo prazo e pragmatismo regional. A diversidade de infraestrutura, recursos naturais e condições socioeconômicas no país demanda arranjos específicos no lugar de uma solução única. A pluralidade de rotas tecnológicas e a integração com outras fontes de energia oferecem oportunidades ímpares, mas exigem uma abordagem coordenada e transparente para evitar a dispersão de esforços.

Um ponto fundamental é que os compromissos de descarbonização precisam ser levados a sério, tanto por governos quanto por empresas. Ganhos de escala de projetos de baixo carbono só se sustentarão com direcionamento claro de governos, empresas e da sociedade de maneira geral. A transição energética e o desenvolvimento do hidrogênio não são processos automáticos; eles dependem de políticas públicas robustas, investimentos consistentes e, principalmente, de uma visão compartilhada sobre a importância dessas iniciativas para o futuro do país.

Além disso, o desenvolvimento do hidrogênio não pode ser pensado de forma isolada. Projetos no setor precisam estar alinhados a um compromisso real com o desenvolvimento regional, gerando benefícios sociais e econômicos que reverberem nas comunidades locais. Investimentos em educação, geração de empregos qualificados, fortalecimento das economias locais e proteção ao meio ambiente são tão importantes quanto as metas de produção e exportação de hidrogênio.

O hidrogênio no Brasil tem o potencial de ser mais do que uma promessa tecnológica; ele pode se tornar uma alavanca transformadora, capaz de catalisar a transição para uma economia de baixo carbono de forma inclusiva e sustentável. Para isso, será necessário canalizar o entusiasmo atual e os positivos avanços institucionais de 2024 em ações concretas, bem planejadas e consistentes no longo prazo.

O futuro do hidrogênio no Brasil — e sua relevância no combate às mudanças climáticas — dependerá diretamente da nossa capacidade de unir visão estratégica com responsabilidade socioambiental.



Roberto Fortuna é Doutor em Ciências Aplicadas a Energia e Ambiente pela UFBA; Assessor Especial do Gabinete do Secretário de Meio Ambiente; Professor do Mestrado em Tecnologias Aplicadas a Bioenergia, do MBI em Economia do Hidrogênio Verde do Senai-Cimatec e da Pós Graduação em Transição Energética do Bureau Veritas.

Adoção do hidrogênio de baixa emissão de carbono (H2BEC) e seus derivados: perspectivas e desafios

Com a aprovação do marco legal do H2BEC o Brasil inicia 2025 com perspectivas otimistas, apesar das regulamentações que ainda se fazem necessário. Estamos apenas começando a desenvolver essas novas cadeias produtivas e a mudar a matriz energética de setores intensivos em combustíveis fósseis. Não se espere uma “revolução” no curto ou médio prazo, pois os custos ainda elevados do H2BEC, quando comparado com a rota do O&G, deixa Offtakers aguardando a movimentação do mercado. Ademais, a não tributação das emissões de carbono e os incentivos para O&G reduzem a competitividade das alternativas de baixo carbono.

Faltam também metas de longo prazo para redução da pegada de carbono via adaptação do setor industrial e diretrizes para estruturar cadeias de suprimento de biomassa, integrando a agricultura familiar e o agronegócio à indústria. Carecemos de um ecossistema maduro de fornecedores de equipamentos, parceiros tecnológicos, investidores, Offtakers e recursos humanos capacitados (Operação, Engenharia e Tecnologia). Temos uma baixa maturidade da Tecnologia Industrial Básica no País, poucos recursos para adaptação/implementação de terminais portuários especializados e para pesquisas em CCUS e BECCS.

Nesse cenário, a aposta da Bahia no médio e longo prazo está na desfossilização do Polo Industrial de Camaçari, da mineração e do agronegócio do Oeste Baiano. Iniciamos nossa política em 2021, realizando estudos acerca da inserção do H2BEC e derivados na economia; das políticas de diversos países; visitas e reuniões em outros estados, países e com empresas. Contratamos o SenaiCimatec para desenvolvermos conjuntamente o Atlas H2V Bahia, com modelos matemáticos que identificaram regiões com potencial para implantação de Clusters e de Hubs regionais integrados. A produção descentralizada, ou autoprodução no local de consumo, elimina custos de transporte e de impostos associados à comercialização. Devido ao fato dos eletrolisadores possuírem uma capacidade máxima de 20 MW, estimularemos também os projetos de menor escala e complexidade comercial (transporte, armazenamento, distribuição), pelo maior impacto no desenvolvimento econômico regional. Estamos finalizando o Atlas da Bioenergia, no qual mapeamos o potencial da biomassa energética existente para subsidiar políticas e atrair investimentos para gerar biogás, biometano e e-Fuels.

Lançamos o Decreto nº 20.970/2021, isentando de ICMS a aquisição de eletricidade renovável destinada à produção de hidrogênio e amônia verde na Bahia; O Decreto nº 21.200/2022 instituindo o Plano Estadual para a Economia do Hidrogênio Verde e o Programa de Economia do Hidrogênio Verde (incluído no Plano Plurianual 2024-2027). Para uma gestão e governança eficientes, instituímos a Comissão Especial para Implementação da Economia de Hidrogênio Verde na Bahia. Mais recentemente, foi aprovada na Assembleia Legislativa a Lei nº 25.437/2024, que institui a Política de Transição Energética do Estado da Bahia, o Programa Estadual de Transição Energética – PROTENER e o Comitê de Acompanhamento do Plano Estadual de Transição Energética.

Esses fatos demonstram porque defendemos que o H2BEC não seja o novo “Pau Brasil”. Temos disponibilidade de água, de geração solar e eólica e produzimos biomassa. Não podemos ficar exclusivamente na rota da eletrólise, pois o Brasil e a Bahia possuem potencial para liderar mundialmente na rota de produção da biomassa. O primeiro passo foi dado, temos agora um marco legal, mas precisamos avançar na sua implementação e identificar os aprimoramentos que se façam necessários.



Antonio Marcos Massao Hachisuca é graduado e mestre em Ciência da Computação, Doutor pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE.

Fernando José Gaiotto é Engenheiro Eletricista e Doutor em Física da matéria condensada pela Universidade Estadual de Maringá – UEM.

A adoção do Hidrogênio como uma fonte de energia para competições universitárias de eficiência energética

O Grupo Cataratas de Eficiência Energética (GCEE), fundado em 2009 por estudantes de Engenharia Elétrica e Mecânica da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), tem se destacado no desenvolvimento de soluções inovadoras para a mobilidade urbana sustentável. Recentemente, o grupo concentrou seus esforços na utilização do hidrogênio de baixa emissão como combustível alternativo, visando aprimorar a eficiência energética e reduzir as emissões de poluentes.

Em 2024, o GCEE participou da Shell Eco-marathon Brasil, uma competição que desafia estudantes a projetar e construir protótipos de veículos ultra eficientes. Nesta edição, realizada no Píer Mauá, Rio de Janeiro, a equipe apresentou dois protótipos: um movido a bateria elétrica e outro 100% alimentado por hidrogênio de baixa emissão. Este último competiu na categoria "Urban Concept", isto é, um protótipo com conceitos de carros urbanos. O hidrogênio de baixa emissão escolhido pela equipe GCEE é produzido na Planta Experimental do Itaipu Parquetec, que possui como pilares o desenvolvimento de tecnologias aplicadas à produção, armazenamento e conversão do hidrogênio. A planta utiliza o método da eletrólise da água alimentada por uma fonte de energia solar, resultando em um combustível limpo, zero carbono.

O protótipo de veículo desenvolvido pelo GCEE é equipado com uma célula de combustível de 1 kW de potência, que gera eletricidade para dois motores elétricos de 500 W, ao combinar hidrogênio e oxigênio em uma reação química. Os únicos subprodutos desse processo são água e calor. Por se tratar de um combustível eficiente, tal sistema apresenta vantagens frente a outros veículos elétricos puramente a bateria, a citar, maior autonomia e a rapidez no reabastecimento do hidrogênio, superando a limitação das baterias elétricas que requerem tempos de recarga mais longos.

A participação do GCEE na Shell Eco-marathon Brasil com um veículo movido a hidrogênio de baixa emissão representou um marco significativo na pesquisa e desenvolvimento de tecnologias sustentáveis dentro das Universidades Brasileiras. Além de mostrar a viabilidade do hidrogênio como combustível para a mobilidade urbana, o projeto contribui para a formação acadêmica dos estudantes envolvidos, promovendo a integração entre pesquisa, ensino e extensão. O sucesso da equipe reflete a importância da colaboração entre instituições de ensino, centros de pesquisa e empresas para o avanço da tecnologia e a promoção da sustentabilidade na mobilidade urbana. A experiência adquirida pelos estudantes na concepção e construção de veículos movidos a hidrogênio de baixa emissão não só enriquece sua formação acadêmica, mas também contribui para o desenvolvimento de soluções inovadoras que podem ser aplicadas em larga escala no futuro.

Após uma participação notável na última edição Brasileira, o GCEE se prepara para competir na "Shell Eco-marathon Americas 2025, que ocorrerá de 2 a 6 de abril no icônico circuito de Indianápolis, EUA. Para tanto, a equipe aposta em mudanças significativas nos motores, no sistema de eletrônica de potência e em uma nova telemetria. Portanto, esta participação representará uma oportunidade significativa para o grupo demonstrar o potencial de suas inovações em um cenário internacional, além de promover o intercâmbio de conhecimentos com outras equipes de ponta no desenvolvimento de tecnologias limpas para uma mobilidade urbana com hidrogênio mais eficiente.

Embora a adoção do hidrogênio no Brasil ainda esteja em estágios iniciais, o GCEE confia que competições universitárias como estas podem desempenhar um papel fundamental na aceleração da adoção do hidrogênio como fonte de energia no mercado brasileiro. Elas estimulam inovação, capacitam profissionais, criam visibilidade e incentivam o desenvolvimento de tecnologias viáveis e sustentáveis, além disso, estão alinhadas a diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), 4, 7, 9, 11, 12, 13 e 17. Com o apoio de políticas públicas, investimentos e colaborações entre a academia e o setor privado, essas competições podem desempenhar um papel crucial na transição energética do Brasil rumo a um futuro mais sustentável.

RELATÓRIO

PANORAMA 2025

Realização:



Mantenedor:



Apoio institucional:



Os artigos assinados, publicados na seção “Opinião”, refletem a posição pessoal dos articulistas, sendo de sua exclusiva responsabilidade.