

Revista Brasileira de Comércio Exterior

RBCCE

Ano XXXVII

156

Julho, Agosto
e Setembro
de 2023

A revista da FUNCEX

HIDROGÊNIO VERDE DE EXPORTAÇÃO

Empreendedorismo
e Cultura Exportadora
e Empreendedora

Desafios Tributários e
de Sustentabilidade



FUNCEX



fundação
centro de estudos
do comércio
exterior

Ajudando o Brasil a expandir fronteiras

EDITORIAL**2 Desafios da Política de Comércio Exterior***Antonio Carlos da Silveira Pinheiro***ENTREVISTA****4 Paulo Câmara***Presidente do Banco do Nordeste do Brasil***COMENTÁRIO INTERNACIONAL****8 De Guttemberg à transformação digital***George Vidor***MOMENTO HISTÓRICO****10 Exportar ou morrer***Roberto Giannetti da Fonseca***16 O novo ministério do empreendedorismo e o fortalecimento da micro e pequena indústria no Brasil***Joseph Couri***18 Power-To-Floating Wind para hidrogênio verde de exportação***Miguel Lins e Evan Sponagle***DESAFIOS DA POLÍTICA COMERCIAL****24 As controvérsias da integração regional***Mauro Laviola***28 Cultura exportadora como política de estado***Renato Pitta***DESAFIOS TRIBUTÁRIOS****32 Exclusão de incentivo fiscal de ICMS da base de cálculo do IRPJ CSLL PIS e da COFINS***Luis Carlos Szymonowicz e Ricardo José Piccin Bertelli***36 Efeitos da reforma da tributação sobre o consumo no comércio exterior***Renato Agostinho da Silva e Marcelo Simões dos Reis***DESAFIOS DE SUSTENTABILIDADE****46 A medida europeia contra a “importação do desmatamento” e seu potencial viés discriminatório no comércio internacional***Yi Shin Tang e Vivian Rocha***54 A indústria de açúcar e etanol e seus ativos ambientais***Fernando Giachini Lopes***PRÁTICAS DE COMEX****60 Inovações em testes fitossanitários na exportação de carne bovina para a China***Felipe Vigoder***64 Análise e redução de custos aplicadas à logística internacional***Eduardo Correia Miguez*

Power-To-Floating Wind para hidrogênio verde de exportação



Miguel Lins

Evan Sponagle

Miguel Lins

é economista, vice-presidente da Funcex e consultor da Global Consult

Evan Sponagle

é economista, diretor da Quest Offshore

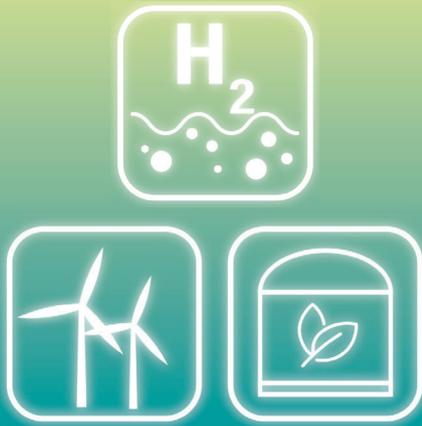
As tecnologias Power-to-[X] (PtX) podem não só desempenhar um papel substancial no mix energético global, mas também mitigar o impacto do aquecimento global. Essas tecnologias podem ajudar a alcançar a meta do Acordo de Paris, de manter o aumento da temperatura da Terra abaixo de 1,5°C - 2,0°C. O uso de PtX para produzir especialmente hidrogênio (H₂) contribui para a descarbonização dos setores energético, industrial e de transportes, por exemplo. Por essas razões, as tecnologias PtX têm ganhado cada vez mais atenção.

A PtX visa utilizar o potencial ambiental e econômico das energias renováveis. O termo PtX surgiu devido ao crescente número e à grande diversidade de aplicações relevantes para a descarbonização (Burre *et al.*, 2020). PtX como energia renovável de *floating wind* para a produção de hidrogênio verde refere-se a diferentes processos que transformam eletricidade de fontes de energia renováveis do tipo eólica que pode ser utilizado em diversos setores de atividades econômicas.

A Funcex, em setembro, apoiou como associação de indústria parceira a realização, no Rio de Janeiro, da South America Offshore Wind'23, organizada pela Quest Floating Wind Energy e pela Quest Offshore. O encontro contou com desenvolvedores de soluções, fornecedores, investidores e bancos de desenvolvimento, operadores de óleo e gás, portos, e ainda abordou questões regulatórias e perspectivas de divulgação do *floating wind* principalmente no estado do Rio de Janeiro, que tem uma pujante operação de *offshore* na sua economia do mar.

Para a Funcex, associar a difusão da tecnologia de *Offshore Wind, fixed and floating*, à possibilidade de produção e exportação de hidrogênio verde é um elemento fundamental para a transformação energética, a descarbonização de diversos setores, a “entrada e a descoberta” de novos produtos de exportação, no Brasil, e talvez, sobretudo, no estado do Rio de Janeiro em função das perspectivas futuras de descomissionar plataformas *offshore* e da redução das reservas geológicas do petróleo na costa fluminense. Olhar e estudar essa associação – *floating wind* e hidrogênio verde – é um exemplo de “conversão industrial verde” que diversificará a pauta de exportações estadual e brasileira e ajudará a limitar o aquecimento global a 2°C e alcançar a neutralidade de carbono até 2050.

As tecnologias de produção, armazenamento e transporte do hidrogênio vêm evoluindo nos últimos anos, e suas aplicações sempre se relacionam de forma complementar às fontes de energia renováveis – que são a eólica, solar, biomassa, nuclear e hídrica. Por isso, o hidrogênio é identificado por cores diferentes, que distinguem os tipos de hidrogênio e como cada um é produzido.



O conceito PtX envolve a transformação de energia renovável (eletricidade oriunda dos ventos ou eólica) em produtos químicos [X], e o [X] no termo pode referir-se a gases, líquidos ou calor. A eletrólise da água é a tecnologia mais conhecida que produz produtos químicos sem eletricidade para criar hidrogênio e oxigênio. A eletrólise tem sido aclamada como um dos combustíveis mais sustentáveis, visto que sua combustão leva apenas à produção de água (H₂O), o que tem impacto mínimo no efeito estufa, emissões de gases de efeito estufa (GEE).

O PtX pode descarbonizar indústrias, transportes e o setor energético. O dióxido de carbono (CO₂) é uma matéria-prima abundante à base de carbono, que pode ser transformada por meio de tecnologias PtX em compostos simples como carbono único ou moléculas de átomo, (C1), como metanol (CH₃OH) e metano (CH₄). Portanto, essas tecnologias reduzirão as emissões de dióxido de carbono na fonte, desde que se produzam combustíveis líquidos para transporte e se possa ter um armazenamento nas centrais de energia renovável.

Aliás, desde 2010, assiste-se a uma redução do custo da eletricidade das centrais de energia renovável, a diminuição do custo da eletrólise, e foi isso que despertou o interesse de desenvolvedores de soluções, de fornecedores, de investidores, de bancos de desenvolvimento, de operadores de óleo e gás, e de portos em associar *floating*

wind como fonte de energia renovável à produção e exportação de hidrogênio verde. Mas, a criação de projetos para análise da produção e comercialização do hidrogênio verde é dificultada pela infraestrutura deficiente, os altos custos de produção, a falta de reconhecimento do preço de exportação a ser negociado como *ex-factory* e/ou CIF; e das perdas técnicas de energia.

É preciso mencionar que o hidrogênio é considerado um dos elementos mais simples, baratos e abundantes do planeta, contém um próton e um elétron. Embora não apareça puro por si só na natureza, pode ser armazenado e entregue. O hidrogênio é um transportador de energia que pode ser utilizado em diversas aplicações e, basicamente, o processo para obter hidrogênio vem do vapor de metano (SMR), da gaseificação de carvão, da forma líquida renovável e da eletrólise (Blasio e Pflugmann, 2020).

Dependendo do método de produção e da cor, são fornecidos códigos para diferenciar os tipos e as abordagens no processo de produção. O hidrogênio verde é gerado por recurso definitivo de hidrogênio limpo, que cria combustível sem produzir emissões de gases. Os eletrólises usam uma reação eletroquímica para dividir a água em seus componentes de hidrogênio e oxigênio, emitindo zero dióxido de carbono no processo de produção. Por isso, o hidrogênio verde é a abordagem mais adequada para uma transição energética sustentável completa, mas o processo para produzi-lo envolve a utilização de eletricidade proveniente de fontes de energia renováveis, como energia solar ou eólica, para eletrolisar a água. Atualmente, o hidrogênio verde constitui uma pequena porcentagem do hidrogênio global devido às elevadas despesas de capital, e operacionais.

“

Olhar e estudar essa associação – *floating wind* e hidrogênio verde – é um exemplo de “conversão industrial verde” que diversificará a pauta de exportações estadual e brasileira e ajudará a limitar o aquecimento global a 2°C e alcançar a neutralidade de carbono até 2050

”

O hidrogênio pode ser utilizado principalmente para uma variedade de indústrias como petróleo, fertilizantes, produtos químicos e alimentos, e tem a capacidade de atender a outras diversas aplicações em bens finais que ao serem produzidos resultarão em emissões de gases mais baixas ou nulas, o que permite a descarbonização nos setores energético e industrial. Isto é conseguido pela redução do consumo de carbono nos combustíveis, remoção ou captura de gases da atmosfera.

Com relação ao armazenamento, na maioria dos casos, pequenas quantidades de hidrogênio são armazenadas, com pressão, na forma gasosa ou líquida. Outros métodos de armazenamento podem ser utilizados para permitir o uso direto do hidrogênio. Mas, o hidrogênio é altamente inflamável em quase todas as concentrações no ar, por isso é uma carga perigosa para ser transportada. A forma mais segura de transporte em longas distâncias e em melhores condições de armazenamento, é a liquefação do hidrogênio em amônia (NH_3). A amônia é conhecida por ter uma alta densidade de hidrogênio e pode ser armazenada em condições normais a moderadas como líquido. Embora elimine as condições perigosas para transporte, como temperatura e pressão, para obter o gás hidrogênio, a amônia deve sofrer uma reação catalítica para se decompor e ser usada no destino final.

Em termos de uso industrial, o hidrogênio sob a forma de amônia pode ser aplicado no setor energético, e é o principal ingrediente para a produção de fertilizantes e, também, para refino de petróleo e produção de aço. No refino de petróleo, o hidrocraqueamento é o processo de redução do comprimento da cadeia de petróleo para criar combustíveis mais leves a partir de óleos pesados.

“

Sem condições tributárias ou de não incidência de impostos, a produção de hidrogênio terá elevados gastos de capital (Capex) e despesas operacionais (Opex), deixando o mercado parado com poucas fontes de suprimentos e alta concorrência no lado da oferta de hidrogênio verde

”

Nesse processo, o hidrogênio desempenha o papel de reagente. Ele se liga às cadeias petrolíferas até que a ligação se rompa, o que estabiliza o produto combustível. A produção de aço é um processo de redução do minério de ferro a partir do carvão. Um procedimento alternativo de redução de minério de ferro utilizando o hidrogênio é chamado de redução direta. A utilização de hidrogênio nessa linha de produção produzirá principalmente água, ao contrário da forma convencional que emite dióxido de carbono (Sander-Green, 2020).

Além disso, o hidrogênio é frequentemente utilizado na indústria alimentar para produzir gorduras hidrogenadas como a margarina, bem como uma alternativa vegana para manteiga. Diferentes tipos de gorduras são utilizados na indústria alimentícia. Gorduras saturadas e insaturadas são a terminologia principal de categorização. As ligações das gorduras saturadas são todas saturadas de hidrogênio. Eles têm um ponto de fusão mais alto e permanecem sólidos à temperatura ambiente, como é o caso da manteiga. Por essa razão, são preferidos para a produção de itens como manteiga de amendoim. A gordura saturada é produzida por um processo de hidrogenação de gorduras insaturadas, como óleos vegetais. Com a presença de um catalisador, o hidrogênio reage com gorduras insaturadas para produzir gorduras saturadas (Shri Hari Fabtech, 2018).

Para que a produção de hidrogênio verde se difunda e penetre nos mercados interno e externo, muitos passos devem ser dados previamente. É preciso identificar a cadeia de suprimento e os fluxos de abastecimento, desde o fornecedor ou produtor, no Brasil, até o usuário final situado no mercado interno ou o comprador localizado no mercado externo.

Há várias barreiras que impedem o desenvolvimento pleno das forças produtivas, que incluem a falta de tecnologia, P&D insuficiente e a falta de políticas que apoiem a produção doméstica e, sobretudo, tributos e /ou regimes aduaneiros especiais que permitam a produção para exportar de forma competitiva. Sem condições tributárias ou de não incidência de impostos, a produção de hidrogênio terá elevados gastos de capital (Capex) e despesas operacionais (Opex), deixando o mercado parado com poucas fontes de suprimentos e alta concorrência no lado da oferta de hidrogênio verde.

A produção de hidrogênio verde no Brasil para exportação com a utilização de energia eólica e solar deve ser considerada uma grande oportunidade de negócio. Espera-se que o mercado internacional de hidrogênio seja mais maduro do que o nacional nos próximos anos.

Regiões e países, sobretudo a Europa e a Alemanha, já apresentaram as suas estratégias e visões sobre o hidrogênio verde. Portanto, potenciais compradores internacionais estão na Europa, o que poderá estimular o negócio internacional para a produção e exportação de hidrogênio verde a partir do Brasil. O hidrogênio verde produzido pelo *offshore*, no Brasil, seria então exportado para mercados prontos se as condições de produção e de regimes aduaneiros e tributários forem adequadas. E com um selo e certificação verde existente na instalação da produção, a difusão externa do hidrogênio verde produzido pelo sistema *offshore* do Brasil combinando eólica e solar pode tornar-se muito mais viável em termos tecnológicos e econômicos, especialmente porque a produção de hidrogênio verde no setor *offshore* pode ser construída a partir da reconversão industrial das plataformas já existentes e que já é feito pelo setor privado nacional por meio de empresas de óleo e gás.

Para convencer essas empresas *offshore* nacionais a prospectarem, e a buscarem a exportação, é preciso analisar e avaliar como o hidrogênio verde deve chegar até o utilizador final no mercado internacional, realizando exportações CIF do Brasil. Isso significa que os estudos e as inovações de P&D e as políticas tributárias em curso estão sendo concentrados na produção, logo deve-se adicionar à dimensão externa do projeto o transporte internacional e o armazenamento do hidrogênio verde produzido no *offshore* do Brasil para o cliente no mercado internacional. Nesse caso, a infraestrutura é essencial para atrair produtores locais e internacionais e reduzir o custo da logística. Isso eventualmente levará a um custo mais baixo do hidrogênio verde e irá incentivar os investidores locais e não locais a participarem de projetos de exportação de hidrogênio verde.

Na exportação, serão necessárias várias formas de infraestrutura para transportar e armazenar hidrogênio verde ou combustíveis sintéticos à base de hidrogênio. Se for liquefeito, a forma de transportar hidrogênio seria por meio de navios. Deve ser liquefeito ou convertido em amônia ou líquido por transportadores orgânicos de hidrogênio (TOH) para obter maior conteúdo energético por volume. Readequar as unidades de FPSO que eventualmente estão em plataformas ou áreas a serem descomissionadas no *offshore* brasileiro é uma possibilidade econômica e de logística a ser cuidadosamente avaliada. Deve-se, também, analisar os navios de longo curso que transportam carga química e /ou óleo para constatar a viabilidade de transportar hidrogênio verde a grandes distâncias. Também é preciso analisar a prontidão dos portos do Nordeste e do Sudeste do Brasil para identifi-

car as condições efetivas, para que projetos de exportação de hidrogênio *offshore* localizados no Brasil possam ser destinados para o mercado externo.

Agora é hora de as empresas de *offshore* nacionais, as agências e os bancos de desenvolvimento federais ou estaduais fazerem *roadshow* na Europa para mostrar a potencialidade de vantagens comparativas existentes nas regiões Sudeste e Nordeste na produção de hidrogênio verde para a exportação, sobretudo para a Europa. Aliás, a Europa deveria ser o alvo estratégico para a exportação de hidrogênio verde pelo Brasil.

O primeiro fato a destacar é que está em curso a política pública europeia de RePowerEU, que visa reduzir a dependência geopolítica da energia fóssil vinda da Rússia, devido ao conflito com a Ucrânia. Esta durará até 2030. Muitos dos projetos desse plano estão centrados na infraestrutura de hidrogênio verde. Por exemplo, a espinha dorsal do hidrogênio (EHB) é uma nova e importante infraestrutura de gasodutos formada por 11 Sistemas Europeus de Transmissão Operadores (Tesos). O EHB publicou o seu primeiro relatório em julho de 2020 e acrescentou 23 outros sistemas de 21 países. Em abril de 2021, foi publicado um relatório atualizado que consiste em mais detalhes do plano de rede e análise de custos (Barnes *et al.*, 2021). Até 2030, o EHB ligará *clusters* emergentes de hidrogênio com uma rede inicial de gasodutos de 11.600 km.

Para cumprir as metas para 2030 definidas pelo plano RePowerEU, estão previstos cinco corredores de gasodutos de grande escala. Os corredores irão inicialmente ligar a oferta e a procura locais em diferentes partes da Europa, antes de expandir e conectar a Europa a regiões vizinhas com potencial de exportação. A certeza sobre a

“

O hidrogênio verde é a abordagem mais adequada para uma transição energética sustentável completa, mas o processo para produzi-lo envolve a utilização de eletricidade proveniente de fontes de energia renováveis, como energia solar ou eólica, para eletrolisar a água

”

implantação dessa infraestrutura permitirá que os atores intervenientes no mercado desenvolvam a oferta e a procura mais rapidamente.

Os cinco corredores de abastecimento de hidrogênio a serem estruturados são:

- a) Norte de África e Sul da Europa;
- b) Sudoeste da Europa e Norte de África;
- c) Mar do Norte;
- d) Regiões Nórdicas e Bálticas;
- e) Europa Oriental e Sudeste.

Esses cinco corredores abrangem países nacionais e importadores, mercados fornecedores, consistentes com os três corredores de importação identificados pelo plano RePowerEU, incluindo um corredor através do Mediterrâneo (Corredores A e B), outro pelo Mar do Norte (Corredor C) e um via Ucrânia (Corredor E).

Esses cinco corredores de abastecimento permitirão a criação de um mercado pan-europeu de hidrogênio até 2030. A União Europeia, com esses corredores, poderá:

- a) conectar oferta e demanda substancial de hidrogênio em regiões europeias e aproveitar o armazenamento subterrâneo para fornecer fornecimento estável;
- b) assegurar grandes volumes de hidrogênio doméstico com custos competitivos e abastecimento com importações de hidrogênio de regiões vizinhas geograficamente;
- c) promover a criação de um mercado de negociação de hidrogênio líquido e pan-europeu;

“

A análise prospectiva do futuro do mercado de hidrogênio verde para a exportação focado na Europa não pode ser alcançada sem uma abordagem dos incentivos econômicos e fiscais para outorgar e regulamentar no Brasil. Esse é o elemento mais essencial a considerar

”

d) proporcionar reduções de emissões substanciais e econômicas;

e) acelerar a implantação e integração de energias renováveis e apoiar a expansão de indústrias europeias verdes e inovadoras; e

f) aumentar a resiliência do sistema energético europeu e contribuir para a independência energética europeia, com diversidade de oferta de hidrogênio verde.

Nesse caso, é preciso mostrar que o Brasil tem condições de produzir e realizar logística para vender CIF aos operadores privados desses corredores. Isso significa fazer *roadshow* para expor pré-projetos de engenharia aos seguintes atores do EHB a saber: Amber Grid, Bulgartransgaz, Conexus, Creos, Desfa, Elering, Enagás, Energinet, Eustream, FGSZ, FlusSwiss, FluxysBelgium, Gas Conect Austria, Gasgrid Finland, Gasco, Gasunie, Gascade, Gas Network Ireland, GRT gaz, National Gas Transmission, NET\$GAS, Nordion Energi, OGE, Ontas, Plinarco, Plinodi, Rem, Snam, Tag, Térega, Transgas, Transitgas AG e TSO of UA (<https://ehb.eu/>).

Outro exemplo da importância de se olhar para a Europa como destino de exportação do hidrogênio verde produzido no Brasil é o porto de Roterdã e o seu plano de se tornar um porto internacional capaz de ser um centro de produção, importação, aplicação e transporte para outros países do Noroeste da Europa. A Autoridade desse porto e o operador da rede de gás Gasunie estão trabalhando numa iniciativa para ter um gasoduto que passe pelo porto já em 2023. Esse gasoduto principal de transporte irá abastecer empresas com hidrogênio produzido em parques de conversão no porto.

A análise prospectiva do futuro do mercado de hidrogênio verde para a exportação focado na Europa não pode ser alcançada sem uma abordagem dos incentivos econômicos e fiscais para outorgar e regulamentar no Brasil. Esse é o elemento mais essencial a considerar. Esse quadro regulatório é que deve promover, direta ou indiretamente, a produção e a exportação do hidrogênio verde tanto sob a forma de gás liquefeito ou amônia ou como insumo de produtos finais destinados à exportação. Dar segurança jurídica para poder formar um preço competitivo do hidrogênio verde é condição necessária para se estruturar projetos de produção e exportação. Ao proceder dessa forma pode-se apoiar e criar um ambiente adequado para atrair novos *players* privados.

Também é preciso rastrear a origem do hidrogênio verde por ser essencial para aplicar corretamente os incen-

tivos a serem outorgados. Por tratar-se de exportação de hidrogênio verde em que os insumos serão usados na reconversão de plataformas de óleo e gás, e FPSO, sugere-se que se crie no âmbito da Camex um grupo para decidir que o regime de drawback, normal ou integrado, é mais apropriado para a realidade de um projeto de exportação de hidrogênio verde que o antigo Repetro. A análise e a decisão de política quanto à generalização do regime aduaneiro para o caso de uma atividade de *power-shoring* de exportação com base em hidrogênio verde e seus subprodutos deve levar ainda em consideração o uso de amônia na produção de fertilizantes, por haver pouca oferta nacional desse bem e se usar esse insumo no bem exportado pelo agronegócio e, também, no uso como insumo na produção de aço exportado pelo Brasil.

Estabelecer a generalização do drawback nesse momento de formulação de projetos de exportação de hidrogênio verde fará que o custo Capex ou Opex sejam competitivos em comparação ao praticado no exterior. Vale lembrar que o custo de produção de hidrogênio verde é relativamente elevado (2 a 2,5 vezes) em comparação com o custo de produção de hidrogênio cinzento. O custo do hidrogênio verde também depende do custo de investimento do sistema de eletrólise, seus fatores de capacidade e custo de produção de eletricidade. No entanto, com a queda global do preço da energia solar e eólica, espera-se também que os preços do hidrogênio verde acabem por cair. Isso é normal, uma vez que a economia do hidrogênio mudaria com o tempo devido à economia de escala e escopo, ao aumento da demanda e avanços tecnológicos que tornam a tecnologia mais barata.

Do exposto, podemos ver que o conceito de tecnologias Power-to-[X] (PtX) combinando *floating wind* oriundo de energia eólica associada à solar para produzir hidrogênio verde com base numa estrutura de regimes aduaneiros apropriados para a exportação é um exemplo de “conversão industrial verde” focada na Europa que ajudará a diversificar a pauta de exportações do Brasil, notadamente do Nordeste e do Rio de Janeiro. Isso também ajudará a limitar o aquecimento global a 2°C e alcançar a neutralidade de carbono até 2050.

REFERÊNCIAS

BARNES, A.; FATTOUH, B.; HEATHER, P.; GRUBNIC, P.; HAWKES, A.; ISAAC, T.; AL-KHOWAITER, A.; KOYAMA, K.; LAMBERT, M.; LEWIS, A.; MEDLOCK, K.; MEIDAN, M.; MILLS, R.; MOO-

RE, B.; MUFTI, Y.; NORMAN, D.; PATONIA, A.; POUDINEH, R.; SCHÖFFEL, M. *The role of hydrogen in the energy transition*. The Oxford Institute for Energy Studies, 2021.

BLASIO, N.; PFLUGMANN, F. *Geopolitical and market implications of renewable hydrogen: New dependencies in a low-carbon energy world*. Harvard Kennedy School, 2020.

BURRE, J.; BONGARTZ, D.; BRÉE, L.; ROH, K.; & MITSOS, A. Power-to-X: Between electricity storage, e-production and demand side management. *Chemie Ingenieur Technik*, v. 92, n. 1-2, p. 78-84, 2020.

SANDER-GREEN, L. *Do we really need coal to make steel?* Wildsight, 2020. Disponível em: <https://wildsight.ca/2020/06/01/dowe-really-need-steelmaking-coal/>.

SHRI HARI FABTECH. *Vegetable oil hydrogenation plant*. Indiaclickfind, 2018. Disponível em: <https://www.indiaclickfind.com/products/detail/vegetable-oil-hydrogenation-plant-154>.

“

Dar segurança jurídica para poder formar um preço competitivo do hidrogênio verde é condição necessária para se estruturar projetos de produção e exportação. Ao proceder dessa forma pode-se apoiar e criar um ambiente adequado para atrair novos *players* privados

”