

Siffert, Nelson; Rocha, Katia

Working Paper

Estratégias para o desenvolvimento do mercado de hidrogênio: O leilão de compra de derivados de hidrogênio verde H2Global

Texto para Discussão, No. 2954

Provided in Cooperation with:

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

Suggested Citation: Siffert, Nelson; Rocha, Katia (2023) : Estratégias para o desenvolvimento do mercado de hidrogênio: O leilão de compra de derivados de hidrogênio verde H2Global, Texto para Discussão, No. 2954, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, <https://doi.org/10.38116/td2954-port>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/285393>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by/2.5/br/>

TEXTO PARA DISCUSSÃO

2954

**ESTRATÉGIAS PARA
O DESENVOLVIMENTO DO
MERCADO DE HIDROGÊNIO:
O LEILÃO DE COMPRA DE
DERIVADOS DE HIDROGÊNIO
VERDE H2GLOBAL**

**NELSON SIFFERT
KATIA ROCHA**

ipea

Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

**ESTRATÉGIAS PARA
O DESENVOLVIMENTO DO MERCADO DE
HIDROGÊNIO: O LEILÃO DE COMPRA
DE DERIVADOS DE HIDROGÊNIO
VERDE H2GLOBAL**

**NELSON SIFFERT¹
KATIA ROCHA²**

1. Diretor da Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação Rede de Estudos do Setor Elétrico (ICT-Resel); e pesquisador bolsista do Subprograma de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Diset/Ipea). *E-mail:* nelson.siffert@ictresel.org.br.

2. Técnica de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea. *E-mail:* katia.rocha@ipea.gov.br.

Governo Federal

Ministério do Planejamento e Orçamento

Ministra Simone Nassar Tebet

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento e Orçamento, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidenta

LUCIANA MENDES SANTOS SERVO

Diretor de Desenvolvimento Institucional

FERNANDO GAIGER SILVEIRA

**Diretora de Estudos e Políticas do Estado,
das Instituições e da Democracia**

LUSENI MARIA CORDEIRO DE AQUINO

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

CLÁUDIO ROBERTO AMITRANO

**Diretor de Estudos e Políticas Regionais,
Urbanas e Ambientais**

ARISTIDES MONTEIRO NETO

**Diretora de Estudos e Políticas Setoriais,
de Inovação, Regulação e Infraestrutura**

FERNANDA DE NEGRI

Diretor de Estudos e Políticas Sociais

CARLOS HENRIQUE LEITE CORSEUIL

Diretor de Estudos Internacionais

FÁBIO VÉRAS SOARES

Chefe de Gabinete

ALEXANDRE DOS SANTOS CUNHA

Coordenador-Geral de Imprensa e Comunicação Social

ANTONIO LASSANCE

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2023

Siffert, Nelson

Estratégias para o desenvolvimento do mercado de hidrogênio : o leilão de compra de derivados de hidrogênio verde H2Global / Nelson Siffert, Katia Rocha. – Brasília: IPEA, 2023.

26 p. : il. – (Texto para Discussão ; n. 2954).

Inclui Bibliografia.

ISSN 1415-4765

1. Hidrogênio Verde. 2. H2Global. 3. Leilão de Compra. 4. Derivados de Hidrogênio Verde. I. Rocha, Katia. II. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. II. Título.

CDD 333.794

Ficha catalográfica elaborada por Ana Paula Fernandes Abreu CRB-7/4769.

Como citar:

SIFFERT, Nelson; ROCHA, Katia. **Estratégias para o desenvolvimento do mercado de hidrogênio**: o leilão de compra de derivados de hidrogênio verde H2Global. Brasília, DF: Ipea, dez. 2023. 26 p. (Texto para Discussão, 2954). DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td2954-port>.

JEL: L5; Q48; L98.

As publicações do Ipea estão disponíveis para download gratuito nos formatos PDF (todas) e ePUB (livros e periódicos).

Acesse: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento e Orçamento.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

SINOPSE

1 INTRODUÇÃO	7
2 TERMOS E CONDIÇÕES DO LEILÃO: OBJETIVOS, CRONOGRAMA E ORÇAMENTO	9
2.1 Mecanismo do leilão duplo com equalização e a Hydrogen Intermediary Network Company.....	11
2.2 Parâmetros do leilão.....	15
3 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE.....	16
3.1 A etapa competitiva: <i>bidding</i>	19
3.2 Limite entre oferta anual mínima e máxima	20
3.3 O contrato de compra (HPA)	20
3.4 Certificações de suprimento de energia elétrica	21
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS	25

SINOPSE

O Leilão H2Global de compra de derivados de hidrogênio verde – H2V (amônia verde, metanol verde e combustível de aviação sustentável) representa um passo inicial significativo para o setor de H2V, em especial para países competitivos em energias renováveis, como o Brasil.

No desenho do leilão, a subsidiária Hydrogen Intermediary Network Company (*trader/facility*) – Hintco atua como um *offtaker*, dispondo-se a estabelecer contratos de longo prazo (dez anos) de compra (*hydrogen power agreement* – HPA) e contratos de venda no curto prazo (*hydrogen supply agreement* – HSA), equalizando a eventual diferença de preços entre ambos, via mecanismo de leilão duplo. O orçamento total para equalização compreende € 900 milhões para os três derivados (€ 300 milhões por derivado), disponibilizados em tranches anuais.

O mecanismo do leilão duplo, peça central da modelagem desenvolvida, sugere a adoção de processos competitivos para equalização de preços, tanto nos contratos de compra de longo prazo de derivados do H2V como nos contratos de venda no mercado de curto prazo.

O objetivo deste estudo é valer-se da experiência do Leilão H2Global, como política pública que faz uso de mecanismos competitivos, para: i) disseminação de conhecimento entre potenciais interessados brasileiros na participação do certame; ii) motivação da reflexão por parte dos gestores públicos em torno da análise de eventual necessidade de políticas públicas para apoiar a participação de um consórcio brasileiro; e iii) conscientização da importância sobre a adoção de mecanismos competitivos e de garantia da demanda em eventuais estratégias nacionais para o desenvolvimento do mercado de H2V.

Tal objetivo encontra-se amparado nas diretrizes do Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2), instituído em junho de 2022, com vistas a desenvolver uma economia do hidrogênio no Brasil.

Recomendações iniciais apontam para a necessidade de se garantir a demanda de derivados de H2 através de contratos de longo prazo estabelecidos mediante uma *facility*, que possibilita a estruturação do *funding* necessário à implantação do projeto, em especial na modalidade *project finance*, aumentando a atratividade dos investimentos privados na cadeia produtiva do H2V, viabilizando o modelo de negócios a ser desenvolvido.

Igualmente importante é o mecanismo de leilão duplo para equalização de preços (subsídio), entre a molécula verde e cinza, construído em bases competitivas (leilão). Busca-se a eficiência no uso dos recursos públicos. Tal estratégia é entendida como um apoio temporário de política pública, dada a expectativa de aumento de competitividade da molécula verde nos próximos anos em comparação à cinza.

Finalmente, a coordenação institucional, demonstrada pela manifestação da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) no quesito certificação, ilustra que não basta apenas as vantagens competitivas e comparativas em geração renovável, mas faz-se igualmente necessário o desenvolvimento de arranjos institucionais específicos, setoriais, de natureza pública e privada, de modo a mostrar-se competitivo, visando ao desenvolvimento da indústria de H2V no Brasil.

Palavras-chave: hidrogênio verde; H2Global; leilão de compra de derivados de hidrogênio verde.

TEXTO para DISCUSSÃO

1 INTRODUÇÃO

O primeiro leilão europeu de compra de derivados de H2V (amônia verde, metanol verde e combustível de aviação sustentável – SAF) é um marco importante para os atuais e futuros usuários de hidrogênio da Europa, incluindo empresas químicas, refinarias e produtores de aço, bem como para produtores internacionais de H2V que desejam vender para o mercado europeu.

É uma iniciativa do governo alemão, por meio da Fundação H2Global – instituição privada sem fins lucrativos, patrocinada por 54 doadores. O leilão estabelece contratos de longo prazo de fornecimento, sendo prevista a sua realização e a divulgação de resultados ao longo de 2023. Podem participar como ofertantes somente países fora da União Europeia, buscando-se assim dar suporte ao nascente mercado internacional de energias renováveis. Conta com volume financeiro inicial de € 900 milhões, podendo alcançar cifras ao redor de € 4 bilhões.

Representa um significativo passo inicial para o setor de H2V em todo o mundo, em especial para países competitivos em energias renováveis, como o Brasil.¹ É uma oportunidade para empreendedores inserirem-se na cadeia global de fornecimento do H2V. Viabiliza novas e amplas possibilidades de investimentos e geração de empregos a partir do adensamento da indústria de energias renováveis.

O objetivo deste estudo é valer-se da experiência do Leilão H2Global, como política pública que faz uso de mecanismos competitivos, para: i) disseminação de conhecimento entre potenciais interessados brasileiros na participação do certame; ii) motivação da reflexão por parte dos gestores públicos em torno da análise de eventual necessidade de políticas públicas para apoiar a participação de um consórcio brasileiro; e iii) conscientização da importância sobre adoção de mecanismos competitivos e de garantia da demanda em eventuais estratégias nacionais para o desenvolvimento do mercado de H2V.

Tal objetivo encontra-se amparado nas diretrizes do PNH2, instituído em junho de 2022, com vistas a desenvolver uma economia do hidrogênio no Brasil.²

Certamente, a construção de paralelos dessa ordem, entre a experiência internacional e o contexto local, implica reconhecer que são distintos tanto os arranjos institucionais como os atores envolvidos. Todavia, entende-se que, a partir do esclarecimento das regras

1. Um total de 87,9% da matriz elétrica brasileira corresponde à geração renovável. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 20 abr. 2023.

2. Ver Brasil (2022).

do leilão, por meio da realização de exercícios de simulação, é possível indicar possíveis desenhos de políticas públicas que fazem uso de mecanismos competitivos para promoção da equalização de preços visando ao desenvolvimento do mercado de hidrogênio.

A eficiência no uso dos recursos públicos pela Fundação H2Global deve ser entendida à luz dos objetivos que são perseguidos: promover e dar suporte, de forma sustentável, ao *ramp up* da produção de derivados de hidrogênio, por países fora da União Europeia, destinados ao mercado europeu.

A partir da análise das informações divulgadas, são desenvolvidos pressupostos sobre algumas variáveis e realizados exercícios buscando avaliar os investimentos necessários para participação de um eventual consórcio nacional. É levado em conta tanto a concepção de um projeto integrado, com geração própria de energia elétrica renovável,³ como um projeto que venha adquirir energia elétrica certificada no mercado livre.

O estabelecimento de um contrato de longo prazo de compra e venda de derivado de hidrogênio, com baixo risco de crédito, é a base que permite a alavancagem dos financiamentos que dão suporte aos investimentos.

A próxima seção descreve termos e condições do leilão, apresentando objetivos, cronogramas e orçamentos, bem como o mecanismo de leilão duplo e respectivo mecanismo de equalização da Hintco e os parâmetros do certame. A terceira seção apresenta os critérios de elegibilidade para participação no certame sublinhando o papel das certificações de suprimento de energia elétrica e a dinâmica do leilão. Na última seção, são realizadas considerações finais a respeito dos critérios apresentados.

2 TERMOS E CONDIÇÕES DO LEILÃO: OBJETIVOS, CRONOGRAMA E ORÇAMENTO

O Leilão H2Global, cujas condições foram divulgadas em dezembro de 2022,⁴ é uma iniciativa do governo alemão, por meio do German Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK). Seu objetivo é ampliar, na comunidade europeia, o consumo de H₂V, bem como fomentar a indústria global dessa molécula, fazendo uso de fontes renováveis de energia, sem emissão de gases de efeito estufa (GEEs).

3. Ao longo deste texto é considerado que o hidrogênio contido na produção da amônia verde é produzido utilizando energia elétrica de fonte renovável, fazendo uso da tecnologia da eletrólise.

4. Tender procedure for the purchase of green hydrogen derivatives: Lot 1 (ammonia) Lot 2 (methanol), Lot 3 (SAF) – Terms and Conditions for Application in the Call for Competition, Terms and Conditions for the Bidding Phase, Performance Specifications e Anexos, divulgados em 28 nov. 2022. Disponíveis em: <https://www.hintco.eu/> e <https://exficon.de/tad/current-tenders/>.

TEXTO para DISCUSSÃO

Destacam-se entre os doadores da Fundação H2Global as maiores empresas europeias nas áreas de gases industriais, geração de energia de fontes fósseis e renováveis, bens de capital, fertilizantes, portos, instituições financeiras e empresas emergentes no mercado de hidrogênio, conforme ilustra a figura 1.

FIGURA 1

Empresas patrocinadoras da Fundação H2Global



Fonte: H2Global Stiftung. Disponível em: <https://www.h2-global.de/project/foundation>. Acesso em: 20 maio 2023.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

O modelo do certame adotado no leilão busca revelar países com vantagens competitivas, capazes de promover diversificação das fontes de suprimento de energia para o mercado europeu (objetivo estratégico, sobretudo após a guerra da Ucrânia).

Países de fora da Comunidade Europeia (condição definida nos termos e condições para aplicação)⁵ com notória competitividade em energias renováveis, como Austrália, Maurîtânia, Chile, Argentina, Brasil, Marrocos, Emirados Árabes, Canadá, Estados Unidos, entre outros,⁶ buscarão apresentar propostas de projetos capazes de atender aos

5. Tender procedure for the purchase of green hydrogen derivatives – Lot 1 (ammonia); Lot 2 (methanol); e Lot 3 (SAF) – Terms and conditions for application in the call for competition, Terms and conditions for the bidding phase, Performance specifications e anexos, divulgados em 28 nov. 2022. Disponíveis em: <https://www.hintco.eu/> e <https://exficon.de/tad/current-tenders/>.

6. Ver IEA (2022).

requisitos colocados. Os empreendedores desses países, sobretudo do setor de geração de energias renováveis, disputarão a oportunidade de obter um contrato de compra de derivados do H2V com dez anos de duração (2024-2033).

O leilão, previsto para ocorrer em 2023, apresenta um conjunto de critérios que, muito provavelmente, balizarão a nascente indústria do H2V.

Com base nos recebíveis de derivados de H2V ao longo dos dez anos será possível estruturar modelagens de financiamento, garantido o *funding* para execução dos projetos. São previstos investimentos em: i) geração renovável, para suprimir as necessidades de energia elétrica na produção de derivados de hidrogênio; ii) na planta de eletrólise, para produção do hidrogênio; e iii) na unidade de síntese do derivado.

O cronograma divulgado apresenta as condições para os três produtos (amônia, metanol e SAF) e define o prazo para habilitação dos consórcios. Em fevereiro de 2023, encerraram-se, para os três lotes, as inscrições para o certame, sendo todo o processo conduzido por meio de uma plataforma eletrônica. Não foram divulgadas as datas das etapas subsequentes, mas a estimativa é que o leilão tenha seus resultados divulgados no segundo semestre de 2023.

Investidores interessados em se tornar *first comers* na nascente indústria do H2V vêm acompanhando o desenrolar do leilão com forte interesse. A obtenção de contratos de longo prazo de venda de derivados de hidrogênio, cuja contraparte apresenta baixo risco de crédito e é capaz de exercer forte influência no desenvolvimento do mercado global de energias renováveis.

A iniciativa de promover o leilão já estava em curso há cerca de um ano, quando foram submetidas à audiência pública as condições de contorno do certame. Desde então, a partir da guerra da Ucrânia, acelerou-se a iniciativa, tendo os custos de produção da amônia (lote 1) alcançado patamares recordes em 2021 e 2022, em decorrência da escassez de gás e do desabastecimento das cadeias de suprimento de insumos.

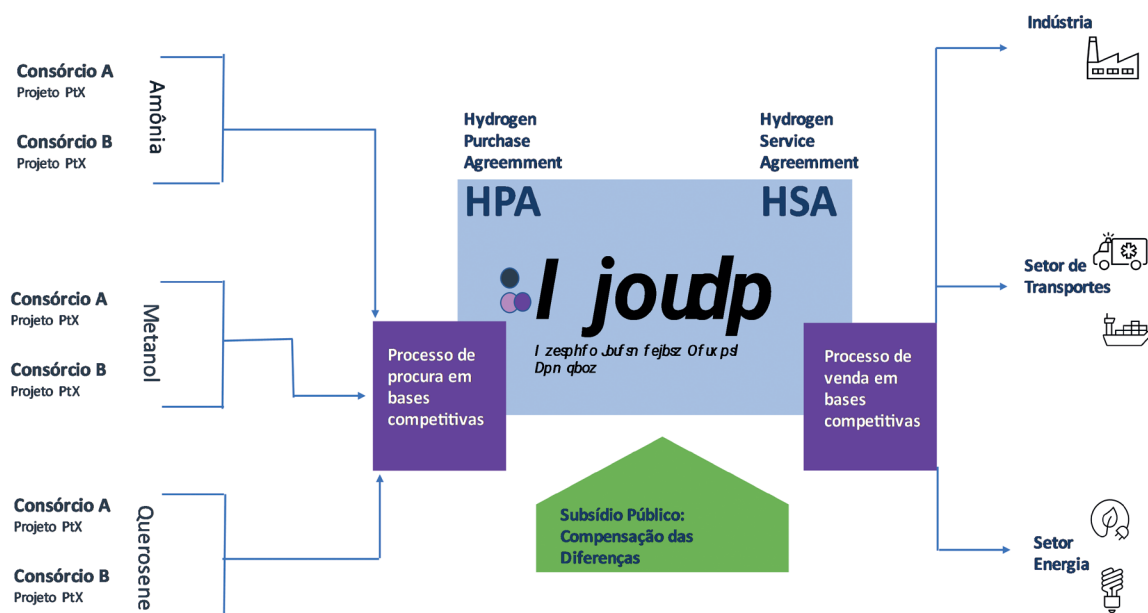
2.1 Mecanismo do leilão duplo com equalização e a Hydrogen Intermediary Network Company

Adotou-se o mecanismo do leilão duplo⁷ com valor total de € 900 milhões para os três derivados (€ 300 milhões por derivado), que serão disponibilizados em tranches anuais, destinados para equalização dos preços de cada lote de produto.

A análise do documento divulgado a respeito das condições do certame ilustra o orçamento de cada produto e sua evolução temporal. Por exemplo, para o produto amônia, tem-se orçamento de € 300 milhões para serem alocados ao longo de dez anos, dos quais € 8,6 milhões para serem gastos em 2024; € 20 milhões, em 2025; e € 34 milhões/ano, até o final do contrato, em 2033.

A subsidiária Hintco, criada pela Fundação H2Global, atuará como uma *trader*, estabelecendo, por um lado, contratos de compra de dez anos na forma de HPA; e por outro lado, contratos de venda de curto prazo (um ano), como os HSAs, conforme ilustra a figura 2.

7. Processo de leilão em que vendedores e compradores submetem lances e solicitam preços simultaneamente de forma sequencial a um leiloeiro, e essa parte determina um preço de compensação para a venda. Para mais detalhes ver Menezes (1994) e Costa (2021).

FIGURA 2**Hintco como intermediária**

Fonte: H2Global Stiftung. Disponível em: <https://www.h2global-stiftung.com/project/h2g-mechanism>. Acesso em: 25 maio 2023.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Para realizar a compensação da diferença de preços serão alocados € 300 milhões ao longo de dez anos para cada lote de produto, podendo haver variações de 20% para mais ou para menos, devendo-se observar o limite máximo de € 900 milhões para o somatório de gastos com os três produtos.

A Hintco, portanto, realizará a equalização de preços, custeando a diferença entre o preço de compra dos HPAs e o preço de venda dos HSAs. O valor a ser dispendido deverá sofrer variações ano a ano, de acordo com as condições de mercado. Afinal, por um lado, o preço de compra do H2V contido no HPA é definido, ainda que de forma diferenciada, ano a ano, no momento do leilão, permanecendo vigente por dez anos; por outro lado, o preço de venda no mercado europeu contido no HSA dependerá, em boa medida, do comportamento do mercado do derivado nos próximos dez anos, dado que HSAs são contratos de curto prazo, com um ano de duração. Os prováveis compradores nos contratos HSAs são indústrias que fazem uso no mercado europeu dos produtos comercializados.

Os leilões de HSAs serão anuais, voltados para todos os consumidores industriais da comunidade europeia de amônia, metanol e SAF. Os compradores terão de buscar os

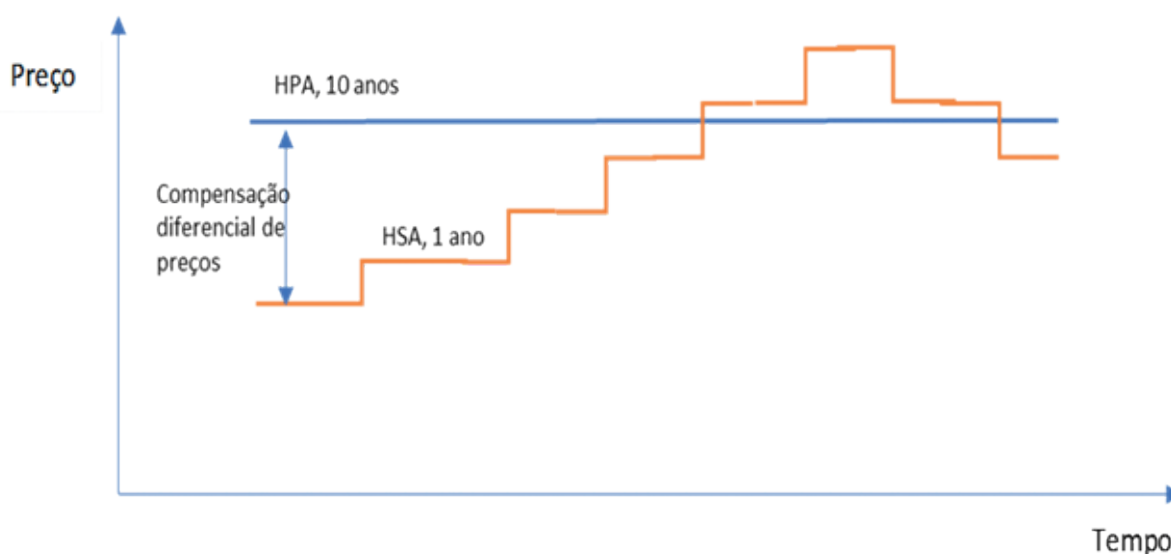
TEXTO para DISCUSSÃO

produtos nos terminais portuários onde os exportadores entregarão sua carga. O ponto de entrega são três portos da Europa. Os riscos logísticos da entrega até o terminal portuário são dos exportadores, assim como gastos com tributos e arrendamento de serviços portuários. Mas é o tipo de risco gerenciável pelo setor privado. Os consumidores, em um primeiro movimento, poderão promover a substituição dos produtos cinzas pelos verdes. A quantidade a ser adquirida não representa, necessariamente, a criação de novos mercados.

O mecanismo do leilão duplo (peça central da modelagem desenvolvida pela Fundação H2Global) implica processos competitivos tanto na compra dos derivados do H2V, por meio do(s) HPA(s) como na sua venda no mercado europeu, através dos HSAs. O gráfico 1 ilustra esse mecanismo. Enquanto o HPA for superior ao HSA, a Hintco será superavitária. Nos instantes contrários, a Hintco será deficitária.

GRÁFICO 1

Leilão duplo com equalização



Fonte: Santos e Castro (2022).

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Vale mencionar que no valor dos HPAs estão inclusos os custos com transporte e impostos relativos à internalização dos produtos no mercado europeu.

Espera-se que os produtos derivados do hidrogênio, que serão adquiridos, venham a ser consumidos por setores industriais e pelo segmento de mobilidade. Representa

uma contribuição das energias renováveis para o processo de descarbonização dos chamados segmentos *hard to abate*.⁸

Dada a menor competitividade dos derivados do H2V ante o produto substituto ofertado no mercado (hidrogênio cinza – SMR), a Hintco terá de arcar com a equalização de preços (subsídio) nas operações de compra e venda.

A eventual diferença de preços entre os HPAs e os HSAs representa o subsídio destinado a tornar os produtos que fazem uso do H2V mais competitivos em relação àqueles que fazem uso do SMR, produzido a partir de combustíveis fósseis. O mecanismo de leilão duplo proporciona obter esse valor da diferença de compra e venda por meio de processos competitivos, buscando-se eficiência no uso dos recursos financeiros.

A Fundação H2Global, por meio da Hintco, faz assim as vezes de um *offtaker*, dispondo-se a estabelecer um HPA e um HSA de derivados de hidrogênio verde. O mecanismo de HPA viabiliza aos empreendedores oferecerem garantias aos seus financiadores, acesando o *funding* necessário à viabilização do modelo de negócios a ser desenvolvido.

É reconhecido que a indústria nascente do H2V apresenta um custo nivelado de produção (LCOH) maior que os preços praticados no mercado para a molécula de SMR. As moléculas de hidrogênio, independentemente da cor que lhes possa ser atribuída, verde ou cinza, são substitutos perfeitos, de tal sorte que na ausência de prêmios⁹ de mercado por produtos verdes, faz-se necessária uma equalização de preços, de modo que o mercado por produtos verdes possa se desenvolver.

Naturalmente, é esperado que os custos de produção do H2V venham a decrescer nos próximos anos em função da combinação do aumento da eficiência tecnológica e da escala de produção, associado à redução do valor do preço da energia elétrica renovável e dos equipamentos de eletrólise. Assim, o mecanismo de equalização de preços deve ser entendido como um apoio temporário da política pública europeia, visando promover a difusão de uma fonte energética livre de emissões diretas de CO2.

Mas, como toda indústria nascente, o dilema *chicken and eggs*, entre escala de produção e redução de custos, apresenta-se de forma clara na indústria do hidrogênio. A iniciativa em curso pelo governo alemão busca romper essa circularidade que

8. Ver Eicke e De Blasio (2022).

9. O conceito de prêmio empregado é no sentido de se pagar um valor diferenciado pelo H2 descarbonizado. Não se verificam no mercado compradores dispostos a pagar um valor maior pelo H2 que não provoca emissões de CO2 no seu processo produtivo.

TEXTO para DISCUSSÃO

impede a indústria de ganhar tração na sua expansão. A equalização de preços proposta deve, nesse sentido, ser entendida como um mecanismo transitório, necessário para dar impulso à indústria, desenvolvendo também a infraestrutura de transporte e canais logísticos. Outro aspecto relevante dessa modelagem é que também minimiza o subsídio, na medida em que deixa o mercado arbitrar o seu valor.

2.2 Parâmetros do leilão

A equação (1) retrata a formação de preços no leilão do produto amônia.

$$CP = P + T + LD + ID, \quad (1)$$

em que:

- CP = preço contratual;
- P = preço do produto (amônia verde);
- T = transportes;
- LD = logística; e
- ID = impostos e taxas.

O *bid* no leilão é realizado em relação ao preço contratual (CP), incluindo, portanto, os custos com transporte, logística e impostos. São informados pela Hintco os preços-teto do leilão, ou seja:

- $CP = € 1.282/t$;
- $P = € 952/t$; e
- $T+LD+ID = € 330/t$.

O valor de € 330/t é indicado como sendo um *mark up* sobre o preço do produto destinado a cobrir custos com transporte, logística e impostos.

As propostas que forem submetidas à etapa de *bidding* devem apresentar, necessariamente, as quantidades (q_i) e os preços (p_i) de cada ano, abrangendo todo o período contratual. As entregas devem se iniciar em qualquer data no período 2024-2026, mantendo regularidade até o final do contrato (2033).

Os contratos de compra de amônia verde (HPAs) possuem receitas que podem ser diferenciadas ano a ano, de acordo com as quantidades e os preços definidos na(s) oferta(s) vencedora(s). A equação representa a receita total do exportador de amônia verde.

$$VHPA = \sum_i p_i \times q_i \quad (2)$$

em que:

- $VHPA$ = valor do contrato de HPA;
- p_i = preço contratual no ano i ;
- q_i = quantidade contratual no ano i ; e
- i varia do ano um ao ano dez.

É apresentado um preço de referência de € 952,00 por tonelada de amônia verde (preço-teto). Esse valor está alinhado com os valores apresentados pelas agências internacionais de energia, entre as quais a Agência Internacional de Energia (IEA), que apontam para indicadores semelhantes como sendo o custo nivelado de produção da amônia eletrolítica (LCOA).¹⁰

É de se supor que o preço de mercado de uma *commodity* como a amônia tenha, no custo nivelado de produção, uma *proxy*, especialmente quando considerado como preço de longo prazo, para o qual os preços de mercado tendem a convergir em ambientes competitivos.

3 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

O leilão é dividido em duas fases. Na primeira fase todas as propostas são examinadas e é verificado se atendem aos diversos critérios de sustentabilidade colocados (econômico, financeiro, ambiental e social) bem como aos requisitos de experiência na atividade de produção de hidrogênio e/ou derivados, porte econômico e recursos humanos, entre outros fatores.

¹⁰. Ver IEA (2022).

TEXTO para DISCUSSÃO

Uma série de documentos, usuais em processos licitatórios, devem ser apresentados na primeira fase.¹¹

O quadro 1 apresenta os critérios para elegibilidade e formação do *ranking* entre os consórcios participantes da primeira fase do leilão.

QUADRO 1

Leilão H2Global: critérios de elegibilidade

Critérios do <i>ranking</i> da fase 1	Especificação	Peso
1) Receita total anual do consórcio participante do leilão	Apresentar receita anual de no mínimo € 1,2 bilhão, com <i>cap</i> em € 4,8 bilhões (três últimos exercícios)	10
2) Número de funcionários qualificados	Apresentar no mínimo dezenove funcionários em tempo integral no projeto, com <i>cap</i> de duzentos funcionários	10
3) Certificação	Dispor de ISO 50001 e 14001 ou comparáveis	10
4) Produção de hidrogênio e/ou derivados	Comprovar experiência com a produção de pelo menos 5.000 t/dia de H ₂ e/ou derivados, em pelo menos três anos no período de 2016 até o presente.	12
5) Fornecimento ou geração de energia renovável	Contrato de compra e venda de energia elétrica ou autogeração maior ou igual a 100 GW/ano, em pelo menos três anos no período de 2016 até o presente.	12
6) Construção de plantas	Experiência na implantação de plantas de grande porte (mais que 5.000 t/ano) de hidrogênio, derivados de H ₂ , metanol ou produtos químicos comparáveis.	12
7) Operação de usinas de produção de H ₂ ou derivados	Plantas de grande porte, com capacidade de pelo menos 5.000 t/a.	12
8) Transporte de substâncias perigosas	Experiência no transporte marítimo de substâncias com classificação GHS comparáveis à amônia (1.000 t/a desde 2016).	12
9) Combinação dos critérios	Se mais de quatro critérios forem atendidos, agregam-se mais dez pontos.	10
Total		100

Fonte: Termo de Referência do leilão.

Elaboração dos autores.

11. *Application for Participation Form; Consortium of Applicants Declaration Form; Self-declaration Taxes, Levies, Contributions; Self-declaration Revenue; Confirmation of the Equity Ratio; Self-declaration on Number of Employees; Declaration regarding EU Sanctions against Russia.* Disponível em: <https://www.hintco.eu/> e <https://exficon.de/tad/current-tenders/>.

Verifica-se, entre os requisitos apresentados, a construção de indicadores que buscam estabelecer patamares mínimos quanto ao porte econômico dos agentes que compõem o consórcio.

Afinal, o consórcio que apresentasse uma receita anual menor ou igual a € 1,2 bilhão não receberia pontuação alguma nesse quesito. O estabelecimento de um *cap* para a receita consolidada em € 4,8 bilhões significa que além deste limite não se pontua mais. O consórcio que apresentar a maior receita dentro do limite entre € 1,2 bilhão e € 4,8 bilhões receberá a pontuação máxima (doze pontos) no quesito. Os demais consórcios são pontuados a partir desse *benchmark* estabelecido no processo de classificação.

Pode-se supor, dado o intervalo apresentado para a receita, que seja desejável aos consórcios atingirem um patamar entre € 3 e € 4 bilhões, para se obter uma boa pontuação. Esse montante representa, em certa medida, uma barreira à entrada para *players* menos capitalizados e/ou que atuem em outros segmentos que não a produção de hidrogênio e derivados.

Na moeda nacional, o patamar solicitado para esse quesito representa receitas anuais de cerca de R\$ 20 bilhões (a preços de março de 2023).¹² Ainda que seja o somatório dos consorciados, esse patamar implica, necessariamente, a participação de grupos econômicos de maior porte. Não fica claro como se contabilizariam nesse quesito investidores como fundos de *private equity* ou outros investidores institucionais, como fundos de pensão, caso venham constituir participações minoritárias nos consórcios.

Observa-se também, entre os documentos solicitados, a declaração de *equity ratio*. Significa apresentar um estudo de viabilidade ou pelo menos dispor dessa análise, de tal modo que, quando solicitado, seja viável demonstrar que o projeto apresenta um retorno aos acionistas em condições de mercado e que esses estão comprometidos a aportar determinado volume de capital na implantação do projeto. Essa declaração deve ser acompanhada de parecer de uma auditoria. É também informado que o percentual mínimo de *equity* é de 20% em relação ao total do *capital expenditure* (Capex).

Os consórcios que apresentarem propostas consideradas sustentáveis serão submetidos a um *ranking*, com base nos critérios mencionados no quadro 1. A pontuação máxima prevista são cem pontos. Os cinco consórcios mais bem classificados serão convidados a participar da segunda fase, sendo os demais eliminados.

12. Considerando a taxa de câmbio de R\$ 5,29 em 15 mar. 2023. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/historicocotacoes>.

TEXTO para DISCUSSÃO

São utilizados dois critérios para o caso de empate entre os consórcios nessa primeira fase: i) maior volume de produção nos dois primeiros anos; e ii) maior opção de quantidade (diferença entre limite anual mínimo e máximo contratado).

Na segunda fase (etapa competitiva), as propostas de preço e quantidade são examinadas, estabelecendo-se rodadas de negociações com os participantes selecionados.

3.1 A etapa competitiva: *bidding*

Na etapa competitiva, apenas cinco consórcios, qualificados e selecionados na primeira fase, participam. Os consórcios apresentam, inicialmente, suas propostas de quantidades e preços a cada ano, em lances fechados. Em seguida, são estabelecidas rodadas de negociações com todos os participantes dessa etapa. Os lances nessa fase são abertos, uma vez que os participantes são comunicados dos ajustes realizados nas propostas selecionadas. Possui características híbridas quanto ao quesito de lances fechados e abertos.

Após alguma questão ser ajustada por um determinado consórcio, como quantidades e preços anuais, os demais participante da segunda fase (cinco consórcios) são informados, podendo promover ajustes nas suas respectivas propostas. São estabelecidas negociações em sequência, nas quais o *bid* é reapresentado, até se chegar a uma proposta que atenda aos diversos critérios colocados pela Hintco: maior quantidade ofertada, menor preço, *ramp up* adequado, flexibilidade da oferta, entre outros.

O critério do leilão toma como referência o menor preço contratual (CP), e não o menor preço do produto (P), ou seja, estarão inclusos na oferta (*bid*) os custos de transporte e movimentação portuária, beneficiando os países mais próximos da União Europeia.

A proposta vencedora será aquela que apresentar a maior pontuação a partir do somatório de três critérios: i) menor preço ponderado (quarenta pontos); ii) maior quantidade (sessenta pontos); e iii) maior opção de oferta adicional (dez pontos).

Pode-se afirmar tratar-se de um leilão de quantidades. Provavelmente aquele consórcio que fizer a maior oferta de quantidade será o vencedor, dado que o orçamento para cada produto está definido. Sendo assim, a maior quantidade implica o menor preço, dado que o orçamento de equalização é relativamente inelástico. Supõe-se também que a disposição da Hintco seja exercer o seu mandato e comprometer seu orçamento na plenitude, respeitando critérios de aversão a risco.

3.2 Limite entre oferta anual mínima e máxima

É exigido, nas condições colocadas pelo leilão, que os ofertantes apresentem os limites máximos e mínimos que se comprometem a ofertar a cada ano. Dentro desse intervalo, com piso e teto de produção, a Hintco deverá exercer sua opção quanto ao volume a ser demandado a cada ano.

A Hintco está obrigada, até o mês de abril, durante a vigência do contrato, a manifestar o volume que será demandado no próximo ano, indicando os terminais portuários, na Alemanha, Bélgica ou Países Baixos, onde o produto deverá ser entregue pelo exportador, a quem caberá arcar com os custos logísticos e de impostos.

Não há indicativos quanto à amplitude do intervalo entre mínimo e máximo da quantidade ofertada ano a ano. É colocado que o volume contratado tem como referência o valor mínimo da banda, de tal modo que a Hintco passa a deter uma opção de solicitar um acréscimo em face do limite mínimo previamente contratado.

É de se esperar que interessa à Hintco ampliar os limites dessa banda, de forma a aumentar a flexibilidade do contrato. Essa flexibilidade amplia os meios para a Hintco fazer a gestão do orçamento de que dispõe para equalização. A rigor, não se sabe *ex-ante* quanto será gasto com equalização, uma vez que irá depender das condições de mercado.

Sob o ponto de vista dos empreendedores, essa configuração é desafiadora, uma vez que a redução da banda diminui a incerteza. Com menor volatilidade na produção e, conseqüentemente, na receita, ela torna viável desenvolver modelos de negócios nos quais a estabilidade e a previsibilidade da demanda colocadas pela Hintco são um importante pilar. Com o contrato HPA espera-se que sejam reduzidas as incertezas sobre a escala de produção, bem como que se alcance maior previsibilidade da geração de caixa.

3.3 O contrato de compra (HPA)

No contrato de compra da amônia por parte da Hintco (HPA), é colocado que caberá ao(s) vencedor(es) do certame se encarregar(em) da entrega do produto em um terminal portuário (indicado pelo comprador), em um porto situado na Alemanha, nos Países Baixos ou na Bélgica.

Os custos necessários para internalizar o produto no mercado europeu, como movimentação portuária, transporte impostos e taxas alfandegárias ficam a cargo do exportador. O *mark up* de € 330/t de amônia verde (previsto na composição do preço-teto do leilão) é destinado a cobrir esses custos. Os contratos serão do tipo *take or pay*.

TEXTO para DISCUSSÃO

Uma série de anexos e contratos assessórios ao HPA são apresentados, destacando-se: i) *hydrogen purchase agreement* (HPA); ii) *HPA delivery schedule*; iii) *HPA determination of the point of delivery at the port of delivery*; iv) *HPA technical product specifications*; v) *HPA additional sustainability requirements*; vi) *HPA additional product specifications*; e vii) *HPA calculation of transport charge*.

No tocante ao cronograma, é mencionado que não deve superar mais do que vinte entregas ao ano. Caso venha superar esse número, há compensação financeira pelos custos incorridos.

Serão pagos, pelos exportadores, *fees* à Hintco de US\$ 0,7 a US\$ 1,2 milhão a título de prêmio de risco; US\$ 1,2 milhão a US\$ 2 milhões trinta dias após contrato; e US\$ 0,1 a US\$ 0,2 milhão por ano.

3.4 Certificações de suprimento de energia elétrica

Outro critério que também deverá ser observado pelos ofertantes no certame são as condições para o suprimento da energia elétrica consumida no processo de produção de hidrogênio e respectivos derivados.

É colocado que a energia elétrica utilizada na produção do hidrogênio deve ser, necessariamente, proveniente de fontes renováveis, cuja entrada em operação comercial tenha se dado, no máximo, nos últimos três anos. Esse critério é conhecido como adicionalidade, objetivando que a produção de hidrogênio não reduza a oferta de energia renovável disponível para o sistema elétrico. É previsto também que o suprimento de energia elétrica possa ser conforme descrito a seguir.

- 1) Proveniente do *grid*, sendo classificado como H2V a proporção da produção que for equivalente ao percentual de energia renovável fornecida pelo sistema elétrico e disponibilizada para a rede de transmissão. O Brasil, nesse caso particular, apresenta vantagens competitivas, dado, por exemplo, o fato de que em 2021 o percentual de geração renovável na matriz elétrica alcançou 82,9% (EPE);¹³
- 2) Obtida por meio de um *power purchase agreement* (PPA), e conexão própria, estabelecido no *mercado livre*, de forma bilateral, com uma fonte geradora renovável certificada.

13. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 20 abr. 2023.

- 3) Fornecida com base em uma *conexão direta* entre a unidade de eletrólise e o parque gerador.

A geração de eletricidade também deve atender os requerimentos de correlação temporal e geográfica. Até 2026 é previsto que o *match* entre geração e consumo na produção seja mensal. Depois dessa data, passa a ser exigida uma correlação horária – art. 27 da *Renewable Energy Directive*.¹⁴

Cabe ressaltar que, no caso brasileiro, a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) – instituição privada responsável por todo o registro e liquidação financeira da comercialização da energia elétrica no mercado livre e regulado brasileiro – lançou, em fevereiro de 2023, um comunicado se dispondo a apoiar as empresas que vierem a participar do leilão da Fundação H2Global. A CCEE já desenvolveu uma certificação do hidrogênio com objetivo de comprovar a origem e rastreabilidade dos atributos ambientais da energia elétrica consumida.

Em dezembro de 2022, foi lançada pela CCEE¹⁵ a versão inicial da certificação atendendo aos critérios das últimas definições de padrão europeu estabelecido.

A CCEE apresenta-se como apta para prestar serviços de certificação aos empreendedores no sentido de demonstrar que a energia elétrica consumida na produção da amônia atende aos critérios quanto: i) à origem da sua geração; ii) ao princípio da adicionalidade; iii) à correlação temporal; e iv) à correlação geográfica. Esses serviços podem ser prestados independentemente de a unidade consumidora da energia elétrica estar, ou não, conectada à rede, com ou sem PPA. Essas informações servem de apoio à contabilização das emissões evitadas de GEE.

Sem dúvida, a institucionalidade brasileira no setor elétrico, demonstrada por essa manifestação da CCEE, é um importante fator competitivo, e mostra que não basta apenas as vantagens competitivas e comparativas em geração renovável, mas faz-se igualmente necessário o desenvolvimento de arranjos institucionais específicos, setoriais, de natureza pública e privada, de modo que um determinado país possa mostrar-se competitivo nessa indústria.

14. A questão da correlação horária entre geração e consumo de energia renovável tem sido objeto de discussões no âmbito do *Renewable Energy Directive*. Há intenção de postergar sua obrigatoriedade de 2026 para 2029. Disponível em: https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en. Acesso em: 2 maio 2023.

15. Ver CCEE... (2022).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Leilão H2Global de compra de derivados de H2V (amônia verde, metanol verde e combustível de aviação sustentável) representa um passo inicial significativo para o setor de H2V, em especial para países competitivos em energias renováveis, como o Brasil.

Constitui uma contribuição das energias renováveis para o processo em curso de descarbonização dos chamados segmentos *hard to abate* bem como uma oportunidade para empreendedores inserirem-se na cadeia global de fornecimento do H2V, evidenciando novas possibilidades de investimento e geração de empregos.

No desenho do leilão, a subsidiária Hintco atua como um *offtaker*, dispondo-se a estabelecer contratos de longo prazo (dez anos) de compra (HPA) e contratos de venda no curto prazo (HSA), equalizando a eventual diferença de preços entre ambos, via mecanismo de leilão duplo.

O mecanismo do leilão duplo, peça central da modelagem desenvolvida, sugere a adoção de processos competitivos para equalização de preços tanto nos contratos de compra de longo prazo de derivados do H2V como nos contratos de venda no mercado de curto prazo.

O orçamento total para equalização compreende € 900 milhões para os três derivados (€ 300 milhões por derivado), disponibilizados em tranches anuais.

As regras colocadas no leilão, referentes ao suprimento de energia elétrica consumida no processo de produção de hidrogênio e respectivos derivados, colocam os empreendedores no mercado brasileiro de energia renováveis com vantagens competitivas. As três possibilidades de suprimento apresentadas (*grid*; contrato bilateral do tipo PPA – no mercado livre; e conexão própria do eletrolisador com o parque gerador) são passíveis de certificação pela CCEE.

A própria CCEE já desenvolveu uma certificação do hidrogênio com objetivo de comprovar a origem e a rastreabilidade dos atributos ambientais da energia elétrica consumida, apresentando-se apta para prestar serviços de certificação no sentido de demonstrar que a energia elétrica consumida na produção dos derivados verdes atende a critérios quanto: i) à origem da sua geração; ii) ao princípio da adicionalidade; iii) à correlação temporal; e iv) à correlação geográfica.

O consórcio vencedor, com base no recebível gerado pelo contrato de longo prazo, tem condições de viabilizar a estruturação do *funding* necessário à implantação do projeto por meio de Sociedades de Propósito Específico.

A eventual diferença de preços entre os HPAs e os HSAs representa o subsídio (equalização) destinado a tornar os produtos que fazem uso do H2V mais competitivos em face daqueles que fazem uso do SMR, produzido a partir de combustíveis fósseis.

É reconhecido que a indústria nascente do H2V apresenta um custo nivelado de produção maior que os preços praticados no mercado para a molécula de SMR. No entanto, é esperado o aumento da sua competitividade nos próximos anos em função de diversos fatores, como eficiência tecnológica, escala de produção, redução do preço da energia renovável, menores custos de equipamentos de eletrólise e taxação do carbono. Dessa forma, a equalização de preços proposta deve ser entendida como um apoio temporário de política pública, visando promover o desenvolvimento da indústria de H2V, favorecendo a transição energética.

Recomendações iniciais apontam para a necessidade de se garantir a demanda de derivados de H2 através de contratos de longo prazo estabelecidos mediante uma *facility*, que possibilita a estruturação do *funding* necessário à implantação do projeto, em especial na modalidade *project finance*, aumentando a atratividade dos investimentos privados na cadeia produtiva do H2V, viabilizando o modelo de negócios a ser desenvolvido.

Igualmente importante é o mecanismo de leilão duplo para equalização de preços (subsídio), entre a molécula verde e a cinza, construído em bases competitivas (leilão). Busca-se a eficiência no uso dos recursos públicos. Tal estratégia é entendida como um apoio temporário de política pública, dada a expectativa de aumento de competitividade da molécula verde nos próximos anos em comparação à cinza.

Os mecanismos do leilão e suas regras associadas, como as condições dos contratos HPAs e HSAs, são instrumentos que promovem, entre outros efeitos, investimentos em novos projetos. O vencedor do certame, em contrapartida às receitas que espera auferir ao longo de anos, se obriga a entregar, anualmente, determinado volume de produção. Para tal terá de realizar investimentos em unidades de síntese de amônia, eletrolisadores, unidades de geração de energia renovável bem como em sistemas de conexão, controle da produção e infraestrutura de apoio. Movimenta a cadeia de valor do hidrogênio renovável. Os recebíveis gerados pelos contratos HPAs viabilizam a prestação de colaterais e constituição de contras centralizadoras, melhorando a qualidade do risco de crédito, viabilizando assim a estruturação financeira.

O estabelecimento de compromissos de venda a longo prazo implicam obrigações contratuais, que, por sua vez, têm seu risco mitigado, com a garantia dos contratos de suprimento, seja de energia elétrica, serviços de transporte ou mesmo com a garantia da certificação. A maturidade institucional permite que arranjos contratuais de longo

TEXTO para DISCUSSÃO

prazo sejam estabelecidos uma vez que se revelem mais competitivos. Há implicações sobre os modelos de negócio. São atividade cujos serviços são regulados, sendo necessário estabilidade jurídico-regulatória. Afinal, os investimentos demandam períodos prolongados para serem recuperados financeiramente.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Resolução nº 6, de 23 de junho de 2022. Institui o Programa Nacional do Hidrogênio, cria o Comitê Gestor do Programa Nacional do Hidrogênio, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 4 ago. 2022. Seção 1. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/programa-nacional-do-hidrogenio-1>. Acesso em: 25 maio 2023.

CCEE lança primeira certificação brasileira de hidrogênio renovável. **CCEE**, 8 dez. 2022. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/pt/web/guest/-/ccee-lanca-primeira-certificacao-brasileira-de-hidrogenio-renovavel>. Acesso em: 20 abr. 2023.

COSTA, F. **Formação de preços em Leilões Duplo**: uma abordagem utilizando aprendizado por reforço de multiagentes. 2021. Dissertação (Mestrado) – Escola de Matemática Aplicada, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2021.

EICKE, L.; DE BLASIO, N. **The future of green hydrogen value chains**: geopolitical and market implications in the industrial sector. Cambridge, Estados Unidos: Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School, 5 out. 2022.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Global Hydrogen Review 2022**. Paris: IEA, 2022.

MENEZES, F. M. Uma introdução à teoria de Leilões. **Revista de Econometria**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, 1994.

SANTOS, V.; CASTRO, N. de. **Estratégia exportadora do Brasil para o hidrogênio verde**: análise prospectiva dos modelos de negócio e mecanismos de mercado para o horizonte 2050. Rio de Janeiro: Gesel/UFRJ, 2022. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://gesel.ie.ufrj.br/wp-content/uploads/2022/06/59_castro_2021_05_16.pdf.

Tender procedure for the purchase of green hydrogen – Lot 1 (ammonia) Los1_16_ENG Terms and Conditions for the Bidding Phase 28 Nov. 2022. Disponível em: <https://exfi-con.de/tad/current-tenders/>.

Tender procedure for the purchase of green hydrogen derivatives – Lot 1 (ammonia) Los1_1_ENG Terms and Conditions for Application in the Call for Competition 28 Nov. 2022. Disponível em:

Tender procedure for the purchase of green hydrogen derivatives – Lot 1 (ammonia) Los1_26_ENG Performance Specifications 28 Nov. 2022. Disponível em: <https://exficon.de/tad/current-tenders/>.

Tender procedure for the purchase of green hydrogen derivatives – Lot 1 (ammonia) HYDROGEN PURCHASE AGREEMENT FOR THE DELIVERY OF AMMONIA 28 Nov. 2022. Disponível em: <https://exficon.de/tad/current-tenders/>.

Tender procedure for the purchase of green hydrogen derivatives – Lot 1 (ammonia) HPA – ANNEX 4.1 DELIVERY SCHEDULE 28 Nov. 2022. Disponível em: <https://exficon.de/tad/current-tenders/>.

Tender procedure for the purchase of green hydrogen derivatives – Lot 1 (ammonia) HPA - ANNEX 5.5 DETERMINATION OF THE POINT OF DELIVERY AT THE PORT OF DELIVERY 28 Nov. 2022. Disponível em: <https://exficon.de/tad/current-tenders/>.

Tender procedure for the purchase of green hydrogen derivatives - Lot 1 (ammonia) HPA - ANNEX 6.1.B ADDITIONAL PRODUCT SPECIFICATIONS 28 Nov. 2022. <https://exficon.de/tad/current-tenders/>.

Tender procedure for the purchase of green hydrogen derivatives - Lot 1 (ammonia) HPA - ANNEX 6.2 ADDITIONAL SUSTAINABILITY REQUIREMENTS 28 Nov. 2022. <https://exficon.de/tad/current-tenders/>.

Tender procedure for the purchase of green hydrogen derivatives - Lot 1 (ammonia) HPA - ANNEX 6.4 VERIFICATION OF ADDITIONAL PRODUCT SPECIFICATIONS ACCORDING TO ANNEX 6.1.B AND ADDITIONAL SUSTAINABILITY REQUIREMENTS ACCORDING TO ANNEX 6.2 28 Nov. 2022. <https://exficon.de/tad/current-tenders/>.

Tender procedure for the purchase of green hydrogen derivatives - Lot 1 (ammonia) HPA – ANNEX 6.4.3 H2GLOBAL-DECLARATION UNIQUE NUMBER OF DECLARATION: H2G-2026.01 AM 28 Nov. 2022. <https://exficon.de/tad/current-tenders/>.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação

Aeromilson Trajano de Mesquita

Assistentes da Coordenação

Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Samuel Elias de Souza

Supervisão

Ana Clara Escórcio Xavier

Everson da Silva Moura

Revisão

Alice Souza Lopes

Amanda Ramos Marques Honorio

Barbara de Castro

Brena Rolim Peixoto da Silva

Cayo César Freire Feliciano

Cláudio Passos de Oliveira

Clícia Silveira Rodrigues

Olavo Mesquita de Carvalho

Regina Marta de Aguiar

Reginaldo da Silva Domingos

Jennyfer Alves de Carvalho (estagiária)

Katarinne Fabrizzi Maciel do Couto (estagiária)

Editoração

Anderson Silva Reis

Augusto Lopes dos Santos Borges

Cristiano Ferreira de Araújo

Daniel Alves Tavares

Danielle de Oliveira Ayres

Leonardo Hideki Higa

Natália de Oliveira Ayres

Capa

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Projeto Gráfico

Aline Cristine Torres da Silva Martins

*The manuscripts in languages other than Portuguese
published herein have not been proofread.*

Ipea – Brasília

Setor de Edifícios Públicos Sul 702/902, Bloco C

Centro Empresarial Brasília 50, Torre B

CEP: 70390-025, Asa Sul, Brasília-DF

Missão do Ipea
Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro
por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria
ao Estado nas suas decisões estratégicas.