

### PERSPECTIVAS DO “HIDROGÊNIO VERDE” NO BRASIL EM 2021

*Paulo Roberto Alonso Viegas<sup>1</sup>*

A tecnologia do Hidrogênio Verde tem despertado interesse em muitos lugares do mundo, insinuando-se como alvo desejado do desenvolvimento do setor de energia elétrica, em especial como fonte alternativa de energia limpa e renovável.

Para um melhor entendimento do assunto, este trabalho está organizado em cinco partes: I. O “Hidrogênio Verde” como fonte de energia limpa: como produzir, processar, armazenar e transportar o hidrogênio, e quais os obstáculos técnicos que ainda precisam ser superados para utilização em larga escala; II. Experiências internacionais e projetos mais avançados no Brasil; III. A possibilidade de haver regiões no país mais propícias a produzir o Hidrogênio Verde; IV. Marcos regulatórios relevantes em vigor e a necessidade de um marco legal do setor no Brasil; V. Propostas em tramitação no Congresso Nacional; VI. Conclusão.

#### **I. O “Hidrogênio Verde” como fonte de energia limpa: como produzir, processar, armazenar e transportar, e quais obstáculos técnicos que ainda precisam ser superados para utilização em larga escala**

O interesse pelo uso de energias renováveis tem apresentado forte crescimento globalmente. Isso é motivado pelo aumento do temor quanto aos efeitos do aquecimento global provocado pela emissão de gases de efeito estufa sobre o meio ambiente, sobre as atividades econômicas e sobre o bem-estar das pessoas<sup>2</sup>. Em boa medida, o uso de combustíveis fósseis para a geração de energia elétrica para utilização no setor de transporte contribui para essa situação e o câmbio dessas fontes de geração de energia para fontes menos poluentes é uma das principais formas de resposta ao problema.

<sup>1</sup> Mestre em Economia. Consultor Legislativo do Senado Federal. E-mail: [pviegas@senado.leg.br](mailto:pviegas@senado.leg.br)

<sup>2</sup> EBC. **Energias renováveis**. Disponível em: <<https://www.ebc.com.br/especiais/energias-renovaveis>>. Acesso em: 09 nov.2020.

A matriz energética de diversos países tem procurado afastamento da dependência do petróleo e de outros combustíveis fósseis, mediante a adoção de pesquisa e desenvolvimento de alternativas que vêm oferecendo eficiência crescente em decorrência da evolução tecnológica, tais como as fontes de geração de energia elétrica nas modalidades solar-fotovoltaica e eólica. Além disso, para enfrentar o impacto associado à matriz de transportes, é possível a opção de eletrificação da frota. Tanto é assim que vários países estão fixando data para abolir carros movidos a derivados de petróleo<sup>3</sup>.

Com o avanço tecnológico dos últimos anos, novas fontes alternativas de geração de energia elétrica surgem no mundo. É o caso da utilização de hidrogênio<sup>4</sup>, como combustível para uma diversidade de formas de energia. Um elemento químico considerado o mais simples entre todos, sendo o mais leve (de baixa densidade), que economicamente foi muito aplicado no passado como gás de balões e dirigíveis<sup>5</sup>.

Sendo um dos gases que compõem a atmosfera, ele costuma ser produzido industrialmente a partir de combustíveis fósseis, como gás natural, petróleo ou carvão<sup>6</sup>. Esse processo costuma ser aplicado, no âmbito da indústria química, na produção de fertilizantes, como amônia e ureia, e também utilizado

<sup>3</sup> ABERJE. **Seis países europeus anunciam que vão banir o carro a combustão até 2040**. Portal Aberje, 2017. Disponível em: <<https://www.aberje.com.br/seis-paises-europeus-anunciam-que-vo-banir-o-carro-combustao-ate-2040/>>. Acesso em: 19 abr. 2021.

<sup>4</sup> Cabe destacar que o Hidrogênio não é, na verdade, uma fonte de energia (não na Terra, onde praticamente não existe na forma molecular pura e sim combinada com outros elementos). É assim um vetor energético (ou “*energy carrier*”). Para obter hidrogênio (na Terra) é preciso consumir fazer uso de uma ou mais fontes primárias de energia. Segundo a norma ISO 13600, um portador de energia é uma substância, ou um fenômeno, que pode ser usado para produzir trabalho mecânico ou calor ou para operar processos químicos ou físicos. No campo dos energéticos, entretanto, um portador de energia corresponde apenas a uma forma de entrada de energia necessária para os vários setores da sociedade desempenharem suas funções. Exemplos de transportadores de energia incluem combustível líquido em uma fornalha, gasolina em uma bomba, eletricidade em uma fábrica ou casa, e hidrogênio em um tanque de um automóvel. Observe que carvão, petróleo e gás natural são fontes de energia primária extraídas da terra. O urânio natural também é uma fonte de energia primária extraída da terra, mas não vem da decomposição de organismos.

<sup>5</sup> Atualmente, a demanda por hidrogênio continua a aumentar, quase totalmente fornecida a partir de combustíveis fósseis. O fornecimento de hidrogênio para usuários industriais é agora um grande negócio em todo o mundo. A demanda por hidrogênio, que cresceu mais de três vezes desde 1975, continua a aumentar – quase inteiramente fornecida por combustíveis fósseis, com 6% do gás natural global e 2% do carvão global indo para a produção de hidrogênio.

<sup>6</sup> Ressalta-se que o conteúdo energético do hidrogênio produzido é menor que o do combustível original que o gerou, pois, uma parte se perde em decorrência do calor intenso gerado no seu processo de produção.

como agente de dessulfuração em refinarias de petróleo, e usado em dutos de metanol e gasolina.

O hidrogênio puro, apesar de não poder ainda ser utilizado como combustível de forma economicamente competitiva<sup>7</sup>, pode ser produzido a partir da transformação a vapor do metano, ou da gaseificação do carvão, ou, diretamente, a partir da água mediante o processo de eletrólise<sup>8</sup>.

A partir da eletrólise da água, utilizando-se energia elétrica gerada por fontes renováveis, se produz o chamado “hidrogênio verde”<sup>9</sup>, sem emissão direta de dióxido de carbono na atmosfera. Isso contribui para o processo de “descarbonização” da economia e posiciona esse elemento como uma nova alternativa para o câmbio energético desejado por uma sociedade preocupada com a sustentabilidade do planeta. O desenvolvimento desse vetor energético pode contribuir, pois, para um mundo movido com base em energias limpas e renováveis. Nesse sentido, a Agência Internacional de Energia (AIE) afirmou que o uso do “Hidrogênio Verde” ajudaria a se economizar cerca de 830 milhões de toneladas anuais de CO<sub>2</sub>, que seriam originados a partir da produção desse gás tendo como fonte combustíveis fósseis.

Deve-se ressaltar, contudo, que o uso (a aplicação) do “Hidrogênio Verde” implica algumas incertezas, como os custos envolvidos nos processos de obtenção do hidrogênio, e os riscos de sua utilização, considerando que se trata de um combustível altamente inflamável. Os custos são altos porque, para se fazer a hidrólise da água é necessária uma corrente elétrica que deriva de uma outra fonte energética<sup>10</sup>. Se essa fonte for limpa, todo o processo também o será, e, se for proveniente de fontes fósseis, carregará as emissões de CO<sub>2</sub> no seu ciclo de vida, na hipótese de não captura.

---

<sup>7</sup> Além da utilização desse elemento para a geração de energia elétrica, ele poderá ser utilizado comercialmente dentro de alguns anos no setor de transportes, a partir de carros, ônibus e caminhões movidos a hidrogênio.

<sup>8</sup> Por esse processo, em que se passa uma corrente elétrica na água a altas temperaturas, separa-se duas moléculas da água em duas moléculas de hidrogênio e uma molécula de oxigênio.

<sup>9</sup> A descarbonização da economia é um dos objetivos firmados entre países de todo o mundo até 2050, em consonância com o Acordo de Paris, resultante da COP-21.

<sup>10</sup> No processo de eletrólise ocorrem perdas. Quando o hidrogênio for convertido em outro tipo de energia, perdas adicionais ocorrerão.

Além disso, o uso do Hidrogênio Verde pode requerer atividades de armazenamento e transporte, o que pode se dar mediante depósitos para gases inflamáveis, ou ainda sob a forma de barras de amônia, nesse caso, que possa ser reconvertida em hidrogênio, o que também contribui para a perda de eficiência energética e o aumento de custos do processo de uso desse combustível.

A busca por soluções que facilitam o uso do hidrogênio como fonte energética comum e disseminada provoca uma corrida tecnológica em vários centros de pesquisa no mundo. Um dos pontos mais estudados é a estocagem do hidrogênio para uso nas células a combustível, equipamento que gera energia elétrica a partir do H<sub>2</sub>, tanto em veículos, como em geradores estacionários.

No Reino Unido, uma equipe de pesquisadores das universidades de Newcastle e Liverpool anunciou já ter desenvolvido uma forma mais segura de estocar hidrogênio, mediante a injeção desse gás em materiais que possuem nanoporos (da ordem de nanômetros). Nos Estados Unidos, a General Motors e o Laboratório Nacional Sandia uniram-se para desenvolver e testar novos sistemas de estocagem de hidrogênio baseados em hidretos, ou seja, compostos formados por ligas metálicas e hidrogênio. Ao serem submetidos ao calor, os hidretos liberam o gás. Está previsto que esse programa dure quatro anos.

Os maiores obstáculos ao uso desse combustível, portanto, são o fato de ser inflamável<sup>11</sup>, o que requer acondicionamento adequado, e o fato de depender, no caso do “hidrogênio verde”, de uma outra fonte geradora de energia. Ambas as situações encarecem o seu uso e dificultam a sua economicidade com as tecnologias hoje utilizadas.

## **II. Experiências internacionais e projetos mais avançados no Brasil**

O hidrogênio passou a ser percebido como uma alternativa potencial de um combustível renovável com capacidade de descarbonizar setores intensivos em emissões de carbono, como nos casos da siderurgia e do setor de transportes.

---

<sup>11</sup> Cabe salientar que o hidrogênio, por ser inflamável, exige cuidados como qualquer combustível. Para estocagem e manuseio do hidrogênio existem normas técnicas específicas. Mesmo com a produção anual acima de 70 milhões de toneladas de hidrogênio, não há registros de grandes acidentes até então.

Fruto dessa percepção, já há empresas no mundo que têm atuado em negócios de projetos de engenharia, venda e construção de plantas geradoras de energia elétrica a partir do “hidrogênio verde”<sup>12</sup>. Trata-se de um conceito do tipo usina eletroquímica. Infere-se, pois, que a obtenção do hidrogênio depende de uma corrente elétrica para se realizar a operação de eletrólise, que por sua vez depende de uma outra fonte de energia que a produza. Desse processo se obtém o “hidrogênio verde”. Caso sejam utilizadas fontes de geração de energia renováveis para a obtenção dessa eletricidade, produz-se então energia sem a emissão de dióxido de carbono na atmosfera.

De forma semelhante, inúmeros países estão começando a reconhecer o Hidrogênio como uma alternativa realista de geração de energia e outros usos econômicos com ganhos de eficiência. O plano europeu de recuperação pós-pandemia, por exemplo, previu o desenvolvimento tecnológico para o uso de hidrogênio na geração de energia como prioridade para a neutralização das emissões da União Europeia até 2050.

Na Alemanha, especificamente, a reciclagem dos gases residuais da indústria siderúrgica permite tanto a geração de energia elétrica, como a captura do CO<sub>2</sub>, transformando uma antiga fonte de geração de resíduos em fonte de energia e produtos químicos valiosos sem a emissão de carbono. Há pouco tempo, contudo, a Alemanha começou a utilizar o “Hidrogênio Verde” como insumo substituto ao coque de carvão para a redução<sup>13</sup> do minério de ferro nos altos-fornos da indústria siderúrgica. Usa-se o “hidrogênio verde” ao invés de carbono do coque para capturar o oxigênio existente no minério de ferro. O resultado é a geração de água no processo, no lugar da emissão de gás carbônico.

---

<sup>12</sup> A rigor, no caso, o hidrogênio é uma forma de armazenamento de energia elétrica. Como as fontes renováveis são intermitentes, o hidrogênio é produzido por eletrólise da água quando há excesso de geração elétrica. Quando a fonte primária cessa ou é reduzida, o hidrogênio pode ser utilizado para gerar energia elétrica, por exemplo, por meio de uma célula a combustível.

<sup>13</sup> A redução é o processo pelo qual se retira o oxigênio do minério de ferro, transformando-o no ferro metálico, que é insumo básico para o aço.

A Arábia Saudita, por sua vez, conta com o maior projeto corrente de “hidrogênio verde”, do qual está à frente a empresa *Air Products*, que ocupa uma das primeiras posições na produção de hidrogênio no mundo. O projeto prevê investimentos da ordem de US\$ 5 bilhões, e compreende a implantação de uma enorme usina de “hidrogênio verde”. Para produzi-lo, serão utilizados 4 gigawatts de energia eólica e solar.

Essa usina terá como proprietários as empresas *Air Products*, *ACWA Power* da Arábia Saudita e *Neom* e será construída nas proximidades das fronteiras da Arábia Saudita com o Egito e a Jordânia, onde a Arábia Saudita projeta uma zona econômica especial com uma cidade planejada para receber 1 milhão de pessoas.

O projeto da usina prevê a produção de 650 toneladas de “hidrogênio verde” diariamente, capaz de operar aproximadamente 20 mil ônibus movidos por células a combustível. O “hidrogênio verde” produzido na unidade será exportado sob a forma de amônia (operação projetada para iniciar em 2025) para o mercado externo e, a partir daí, será reconvertida em hidrogênio.

De acordo com alguns executivos envolvidos nesse projeto da usina, existem 260 milhões de veículos comerciais no mundo e, se 1% desse total passa a utilizar “hidrogênio verde” como combustível, seria necessária a construção de 50 usinas desse tipo e porte<sup>14</sup>.

Cabe salientar que o “hidrogênio verde”, atualmente, ainda não é competitivo vis-à-vis o hidrogênio tradicional, que é produzido a partir de hidrocarbonetos. Para que essa relação se modifique, é necessário reduzir os preços da energia elétrica e aumentar as taxas de utilização de eletrolisadores<sup>15</sup>. No caso desses equipamentos para a usina supracitada, a empresa alemã *ThyssenKrupp*, fornecedora responsável, afirma já ter capacidade de fabricação de eletrolisadores da ordem de 1 (hum) gigawatt de potência<sup>16</sup>.

---

<sup>14</sup> Cabe aqui uma observação: quanto à viabilidade econômica da tecnologia, apenas para produzir o hidrogênio atualmente obtido a partir de fonte fóssil, seria necessário um consumo de energia elétrica maior do que o consumo da Europa toda.

<sup>15</sup> Equipamentos usados no processo de eletrólise.

<sup>16</sup> Outras empresas, como a norueguesa *Nel* e a *ITM Power*, do Reino Unido, estão também desenvolvendo instalações para produção desses equipamentos com grande capacidade.



Na China, uma geradora construirá uma planta que combina gerações eólica e solar com a produção de hidrogênio na Mongólia. A planta terá a capacidade de 1 GW de fotovoltaicas e 2 GW de eólicas, e produzirá por volta de 500 mil toneladas de hidrogênio por ano. Haverá também uma térmica a gás de 2 GW. A planta está estimada em US\$ 3 bilhões e deve ficar pronta no próximo ano.

O País desenvolve um modo de produção ligado a reatores nucleares, mas a produção atual do País procede do carvão, e tem atraído a atenção de diferentes participantes do mercado de hidrogênio, como fabricantes de células a combustível para veículos (por exemplo, a empresa canadense *Ballard*, e a francesa *Symbio*), além de estações de recarga (com a empresa *Air Liquide*).

Também com relação à China, iniciam-se avanços sobre o desenvolvimento de carros, caminhões e ônibus movidos a hidrogênio<sup>17</sup>. O governo chinês passou a oferecer recompensas às cidades que atingirem as metas de adoção desses veículos.

Além disso, ressalta-se que importantes empresas do setor de óleo e gás têm demonstrado interesse em investir em “hidrogênio verde”, como ocorre com a britânica *BP*, que analisa a viabilidade de investir em uma planta de amônia na Austrália, alimentada por 1,5 *gigawatts* de energia eólica e solar. Cabe salientar que a Austrália concentra uma boa parcela dos principais projetos de energia<sup>18</sup> a partir do hidrogênio.

Também, cabe destacar o caso da União Europeia (UE), que espera elevar a participação da energia do hidrogênio de 2% para cerca de 12% a 14% de sua matriz energética, até o ano de 2050.

---

<sup>17</sup> CHINA quer avançar em ideia menosprezada durante anos por Elon Musk. **Seu dinheiro**, 2020. Disponível em: <<https://www.seudinheiro.com/2020/empresas/china-quer-avancar-em-ideia-menos-prezada-durante-anos-por-elon-musk/>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

<sup>18</sup> O maior projeto comercial de hidrogênio verde proposto atualmente para a Austrália é um projeto eólico e solar de 15 GW em Pilbara, no oeste da Austrália. Até 3 GW seriam dedicados a grandes usuários de energia na região, como minas e instalações de processamento de minerais, enquanto 12 GW seriam usados para produzir hidrogênio verde para os mercados doméstico e de exportação. A construção está prevista para começar em 2023–24, com a primeira geração em 2025–26.

Adicionalmente, cabe mencionar o caso do Chile, primeiro país sul-americano a apresentar uma “Estratégia Nacional de Hidrogênio Verde”, em novembro de 2020. O País conta com dois projetos em desenvolvimento: o *HyEx*, da empresa francesa de energia *Engie* e da empresa chilena de serviços de mineração *Enaex*; e o *Highly Innovative Fuels (HIF)*, da *AME*, *Enap*, *Enel Green Power*, *Porsche* e *Siemens Energy*.

No Brasil, o uso do hidrogênio pode ser útil, ainda que não diretamente na geração de energia, mas na indústria siderúrgica, para redução do minério de ferro, ou em outras indústrias que tenham interesse em desenvolver economia circular com balanço negativo de carbono, como na indústria do etanol. Nela, há usinas que produzem energia elétrica por cogeração na queima do bagaço de cana-de-açúcar, energia elétrica essa que pode ser usada na produção de “hidrogênio verde”. Essa substância, por sua conta, pode ser combinada com o gás carbônico oriundo do processo de fermentação do etanol, possibilitando a produção de ureia, utilizada como fertilizante de alto valor agregado, até mesmo retornando ao canavial nessa função<sup>19</sup>.

Destaca-se que a produção de fertilizantes no Brasil é insuficiente as suas necessidades, e se baseia no processamento do gás natural, composto fóssil rico em hidrogênio e carbono. Quando se retira hidrogênio do gás natural para se produzir fertilizantes nitrogenados (amônia e ureia), produz-se grande quantidade de gás carbônico, que é lançado ao meio ambiente. Nesse contexto, uma vez que o gás natural seja substituído pela água como insumo, o resultado seria uma relevante redução de emissões de carbono, o que é ambientalmente desejável.

Há, dessa forma, potencial de aplicação do “hidrogênio verde” no Brasil para a produção de fertilizantes à base de amônia, com importantes impactos potenciais sobre a redução das emissões.

---

<sup>19</sup> Cabe suscitar uma notícia divulgada pelo jornal Estadão, em 23 de abril de 2021, segundo a qual, a empresa White Martins assinou um memorando de entendimento com o Complexo de Pecém, no Estado do Ceará, para oficializar interesse em participar do Hub de Hidrogênio Verde Pecém-Ceará, lançado em fevereiro pelo governo cearense. A empresa é a segunda a aderir ao projeto, que já conta com a australiana *Energix*. Contudo, a iniciativa ainda se encontra na fase de memorando de entendimento para ação futura.



Contudo, quanto à aplicação do “hidrogênio verde” como fonte de energia limpa, as experiências internacionais ainda estão, perceptivelmente, passando por fases de testes e aprimoramentos. Não parece haver ainda um caso de efetivo sucesso a ponto de servir como paradigma para ser testado no Brasil.

### **III. A possibilidade de haver regiões no país mais propícias a produzir o “hidrogênio verde”**

Deve-se considerar, primeiramente, que o “hidrogênio verde” depende basicamente de água e energia elétrica, e essa, por sua vez, depende de outra fonte geradora de energia. Além disso, o Brasil conta com uma das maiores reservas de água doce do mundo, e com inúmeras usinas hidrelétricas de pequeno, médio e grande porte.

Há, portanto, diversos sítios no Brasil, que poderiam ser elencados como aptos a receberem empreendimentos de produção de energia mediante o uso do “hidrogênio verde”.

Quanto mais próximos esses sítios produtores estiverem de grandes centros urbanos consumidores e de polos industriais demandantes de energia elétrica, mais econômico será o uso da energia gerada a partir do “hidrogênio verde” e mais benefícios a sociedade poderá usufruir<sup>20</sup>.

---

<sup>20</sup> Cabe destacar que o consumo per capita de energia elétrica no Brasil é muito baixo e a energia elétrica é cara. Nesse sentido, pode-se questionar se vale a pena gastar nossa pouca e cara energia elétrica para produzir hidrogênio verde, sobretudo para produzir energia elétrica. Cada etapa do processo tem perdas e custos: como os da geração primária de energia, ou ainda os relacionados à eletrólise usada para gerar o hidrogênio, armazenamento, ou geração de energia elétrica com hidrogênio. O hidrogênio “verde” teria então dois usos principais: matéria-prima e geração de energia. Como matéria-prima pode substituir o coque e o Gás Natural (GN) na siderurgia pelo processo de redução direta, e o GN na produção de fertilizantes nitrogenados. Como fonte de energia, pode substituir os combustíveis fósseis, etanol e energia elétrica nos veículos automotores, ou as baterias no armazenamento de energia elétrica produzida por fontes intermitentes. Esses seriam os pontos a serem avaliados quanto ao tema sob o ponto de vista econômico e ambiental no contexto brasileiro.

#### IV. Marcos Regulatórios relevantes em vigor e a necessidade de um marco legal do setor no Brasil

O Brasil pode buscar como um paradigma interessante o caso da Alemanha, que adotou o hidrogênio como componente central em sua meta de descarbonização. Esse País lançou há pouco tempo uma estratégia para o desenvolvimento da economia com base no hidrogênio<sup>21</sup>, e vem utilizando, de modo bem-sucedido e competitivo, processos que convertem os gases da indústria siderúrgica (ricos em gás carbônico) em matérias-primas importantes para a produção de fertilizantes e outros produtos químicos. Assim, simultaneamente, captura o carbono com benefícios para o meio ambiente e gera riqueza.

Ainda, para que a incorporação da energia do “hidrogênio verde” seja plenamente sustentável, a energia deve ser gerada a partir de fontes limpas, como a eólica, solar e hidrelétrica. Logo, o chamado “hidrogênio verde”, que é produzido com zero emissão de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), surge como elemento fundamental para impulsionar a mudança da matriz de produção dos fertilizantes agrícolas nitrogenados, que geram grandes impactos benéficos para a produção agrícola, além de envolver um setor econômico da maior relevância para a economia brasileira.<sup>22</sup>

Dessa forma, o marco legal alemão, segundo nosso entendimento, pode servir como paradigma para se promover o uso do hidrogênio de forma abrangente no Brasil, com possibilidades de desenvolvimento específico para a utilização também do chamado “hidrogênio verde”. Para o aprofundamento da pesquisa sobre esse marco legal, inclusive no que se refere aos mecanismos de incentivo, é necessário, todavia, um tempo maior, para que a Consultoria se debruce sobre a questão de forma mais detalhada e abrangente, considerando inclusive as dificuldades impostas pela necessidade de domínio da língua alemã.

<sup>21</sup> A vez do hidrogênio verde. **Canaonline**. Tecnologia Industrial. Disponível em: <<http://www.canaonline.com.br/conteudo/a-vez-do-hidrogenio-verde.html>>. Acesso em: 27 abr.2021.

<sup>22</sup> Uma alternativa ao uso do hidrogênio para isso é a empresa “capturar” o CO<sub>2</sub> emitido e estocá-lo de forma permanente, o que já está sendo discutido em outros países. A captura de CO<sub>2</sub> é uma forma de limpar o uso de combustíveis fósseis. Nesse sentido, é um competidor para o hidrogênio verde e não uma forma de hidrogênio verde.

Se o conteúdo aqui exposto der a entender que esse intento deva ser perseguido, a Consultoria estará à disposição para o cumprimento da tarefa.

É importante ressaltar, porém, que no Brasil, diferentemente do caso da Alemanha, o uso desse vetor energético tem um alto custo de oportunidade. Isso porque, por um lado, a Alemanha enfrenta inúmeras restrições para a geração de energia (elétrica ou térmica), seja em virtude das estreitas possibilidades de geração hidrelétrica, pela limitada capacidade de geração solar em virtude dos menores níveis de radiação e incidência solar com que pode contar, ou pela dependência da importação de hidrocarbonetos. Por outro lado, o Brasil dispõe de muitas possibilidades de geração energética, incluindo hidrelétrica, solar, eólica ou mesmo uma alta disponibilidade de hidrocarbonetos em seu território.

Ressalta-se, adicionalmente, que não está claro se há interesse econômico na promoção do setor no Brasil<sup>23</sup>. Pode ser oportuno promover discussões sobre o tema no Senado Federal, mediante, por exemplo, audiências públicas, para que se aprofunde o entendimento sobre o interesse de investimentos no setor, a partir do que será possível um desenho mais nítido de uma política pública para o objeto desta discussão.

## V. Propostas em tramitação no Congresso Nacional

Visando a identificar projetos de lei em tramitação que tratam do tema ora discutido, pesquisou-se as expressões “hidrogênio” e “hidrogênio verde” nos campos de “matérias legislativas”, situados nos sítios eletrônicos tanto da Câmara dos Deputados, como do Senado Federal.

---

<sup>23</sup> A princípio, o hidrogênio pode ser entendido como uma alternativa para lidar com a intermitência das fontes eólica e solar. Já há um custo mensurável relacionado a essa intermitência e à falta de flexibilidade na transmissão que é o *curtailment*. Nessa área, o hidrogênio compete com as baterias. Teria que ser analisada qual alternativa seria mais vantajosa. Para mais informações sobre a matéria ver o sítio eletrônico: <[Electronics |Free Full-Text | Hydrogen vs. Battery in the Long-term Operation. A Comparative Between Energy Management Strategies for Hybrid Renewable Microgrids | HTML \(mdpi.com\)](#)>. Outra possibilidade para o hidrogênio são os sistemas isolados na Amazônia. Ver o sítio eletrônico: <[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwim3oCp3YbwAhWdq5UCHfC\\_Ch0QFjABegQIBBAD&url=https%3A%2F%2Fwww.mdpi.com%2F2071-1050%2F12%2F5%2F2047%2Fpdf&usg=AOvVaw2aAv0TDp30LEJWm8\\_bJ38F](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwim3oCp3YbwAhWdq5UCHfC_Ch0QFjABegQIBBAD&url=https%3A%2F%2Fwww.mdpi.com%2F2071-1050%2F12%2F5%2F2047%2Fpdf&usg=AOvVaw2aAv0TDp30LEJWm8_bJ38F)>.

Na Câmara dos Deputados, alguns projetos sobre o tema “hidrogênio” encontram-se em tramitação, conforme pode ser verificado no quadro a seguir:

### Quadro 1: Proposições em tramitação na Câmara dos Deputados

Proposições	Autor	Ementa	Comentários
PL 513, de 4 de março de 2020	<b>Autor:</b> Arnaldo Jardim - CIDADANIA/SP, Geninho Zuliani - DEM/SP	Dispõe sobre o incentivo a empresas de recuperação energética a partir de fontes alternativas.	Apensado ao PL nº 3062 de 2019
PL 3062, de 22 de maio de 2019	<b>Autor:</b> David Soares - DEM/SP	Altera a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para fomentar a recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos.	Proposição Sujeita à Apreciação do Plenário
PL 3339, de 5 de março de 2019	<b>Autor:</b> Rodrigo Agostinho - PSB/SP, Rosana Valle - PSB/SP	Dispõe sobre a vedação da produção, comercialização, venda, licenciamento e circulação de veículos novos de tração automotora, movidos a combustível fóssil, na data que especifica em território nacional, dá nova redação a Lei nº 10.438 de 26 de abril de 2002, e dá outras providências.	Apensado ao PL nº 1609/2007
PL 5697, de 29 de outubro de 2019	<b>Autor:</b> Cleber Verde - Republicanos/MA	Dispõe sobre incentivo para desenvolver PPPs Programa de Parceria Público-Privada para zerar o déficit de lixão a céu aberto, ou seja, aterro sanitário com o aproveitamento do próprio lixo para geração de energia elétrica a partir de resíduos sólidos em aterros sanitários e dá outras providências.	Proposição Sujeita à Apreciação do Plenário
PL 2145, de 30 de junho de 2015	<b>Autor:</b> JHC - SD/AL	Estabelece incentivos à produção de energia a partir de fontes alternativas renováveis e biocombustíveis e aos veículos automóveis elétricos e híbridos, alterando as Leis nº 9.249, de 26 de dezembro de 1995, e nº 9.250, de 26 de dezembro de 1995; e dá outras providências.	Apensado ao PL nº 3924/2012

No Senado Federal, nenhum projeto em tramitação sobre as expressões pesquisadas foi identificado.

Diante dos resultados, infere-se que poucas matérias sobre o tema tramitam nas Casas Legislativas, sendo que nenhuma delas relaciona-se diretamente com o tema específico, *“hidrogênio verde” como fonte de energia limpa*.

## **VI. Conclusão**

A tecnologia do “Hidrogênio Verde”, apesar de alvissareira, enfrenta alguns obstáculos para seu pleno desenvolvimento. Em primeiro lugar, sob a forma atualmente testada, se trata de inovação, com riscos associados às respectivas iniciativas de investimento, gerando, portanto, retornos incertos.

Também por compreender segmento econômico não maduro, sofre forte concorrência de indústrias de geração de energia já estabelecidas há muito, o que acaba por reduzir o ímpeto de se realizar investimentos associados ao tema.

No caso do Brasil, o País conta com uma matriz energética diversificada, bastante limpa e renovável, o que eleva os custos de oportunidade para decidir promover investimentos em uma iniciativa em favor de uma nova e ainda cara fonte geradora de energia.

Não obstante, o uso do “Hidrogênio Verde” para a geração energética apresenta atributos que o projetam como uma possível fonte energética a ser utilizada com grande eficiência econômica em momento futuro próximo. Daí a importância de se continuar a monitorar o desenvolvimento do setor no mundo e de iniciar os preparativos para uma regulação que, ao tempo que possa relativizar os excessos decorrentes dos impulsos capitalistas, não implique barreiras de desincentivo à inovação criativa e ao uso da ciência em prol do desenvolvimento econômico e social do ser humano.

É tempo de se começar a discutir no Brasil essa modalidade promissora de geração de energia, o que poderia ser feito ouvindo a sociedade mediante a realização de audiências públicas no Parlamento brasileiro.



SENADO FEDERAL

DIRETORIA GERAL

Ilana Trombka – Diretora-Geral

SECRETARIA GERAL DA MESA

Gustavo A. Sabóia Vieira – Secretário Geral

CONSULTORIA LEGISLATIVA

Danilo Augusto Barbosa de Aguiar – Consultor-Geral

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS

Rafael Silveira e Silva – Coordenação

Brunella Poltronieri Miguez – Revisão

João Cândido de Oliveira – Editoração

CONSELHO EDITORIAL

Eduardo Modena Lacerda

Ivan Dutra Faria

Denis Murahovschi

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade dos autores e não representa posicionamento oficial do Senado Federal.

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

Como citar este texto:

VIEGAS, Paulo Roberto Alonso. Perspectivas do “Hidrogênio Verde” no Brasil em 2021. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Maio 2021 (**Boletim Legislativo nº 90, de 2021**). Disponível em: [www.senado.leg.br/estudos](http://www.senado.leg.br/estudos). Acesso em: 13 maio 2021.

Núcleo de Estudos e Pesquisas  
da Consultoria Legislativa



Conforme o Ato da Comissão Diretora nº 14, de 2013, compete ao Núcleo de Estudos e Pesquisas da Consultoria Legislativa elaborar análises e estudos técnicos, promover a publicação de textos para discussão contendo o resultado dos trabalhos, sem prejuízo de outras formas de divulgação, bem como executar e coordenar debates, seminários e eventos técnico-acadêmicos, de forma que todas essas competências, no âmbito do assessoramento legislativo, contribuam para a formulação, implementação e avaliação da legislação e das políticas públicas discutidas no Congresso Nacional.

Contato:

Senado Federal

Anexo II, Bloco A, Ala Filinto Müller, Gabinete 13-D

CEP: 70165-900 – Brasília – DF

Telefone: +55 61 3303-5879

E-mail: [conlegestudos@senado.leg.br](mailto:conlegestudos@senado.leg.br)

Os boletins Legislativos estão disponíveis em:

[www.senado.leg.br/estudos](http://www.senado.leg.br/estudos)

Núcleo de Estudos  
e Pesquisas

Consultoria  
Legislativa

