

## Hidrogênio para um futuro sustentável

Jorge Alberto Alcalá Vela<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Eletrobras ([jalcala@eletrobras.com](mailto:jalcala@eletrobras.com))

### Resumo

O aporte que pretendo dar na Consulta Pública do PDE 2030 visa, entre outros, conciliar as diretrizes decorrentes e aprovadas pelo PNE 2050. Assim, no PNE 2050 se expõe a necessidade de incluir o hidrogênio como novo vector das energias renováveis. Em 2020, apesar da pandemia mundial, o interesse cresceu com planos e estratégias de muitos países comprometidos com a sustentabilidade especialmente na Europa pela produção e usos do hidrogênio como principal ator para diminuir a poluição ambiental a patamares do acordo de Paris com modelos e metas para 2025 e 2050. Nesse sentido o autor está propondo que seja mencionado o hidrogênio em diferentes parágrafos do PDE 2030, sem que por isso se perda o foco principal do conteúdo que segundo a minha opinião está bem estruturado. A razão ou justificativa da minha proposta vem para reforçar a participação do hidrogênio no mercado brasileiro para não perder a oportunidade de ficar desatualizado com as novas tendências tecnológicas e de mercado que se dão no mundo todo. Além disso, desde finais de 2020, várias oportunidades estão surgindo no Brasil com a participação de indústrias globais com projetos específicos como a Siemens ou Thyssenkrupp de Brasil com a própria Eletrobras que inclui a participação através de convênios e parcerias já assinados com o governo alemão mantendo o hidrogênio como vector de desenvolvimento futuro. O hidrogênio se tem convertido em uma fonte de energia ambientalmente mais limpa para os usuários finais. Ele pode ajudar a descarbonizar o transporte de longa distância, a indústria de produtos químicos, a produção de ferro e aço e tem potencial para transportar energia renovável a longa distância e armazená-la a longos prazos, por exemplo, a partir da energia eólica ou solar. Uma característica fundamental de uma economia de hidrogênio e que está sendo explorada atualmente é em aplicações móveis principalmente em transporte veicular. A economia de peso e espaço proporcionada pelas células de combustível é especialmente importante para a entrega de frotas, ônibus e outros veículos comerciais.

Palavras-chave: sustentabilidade, hidrogênio, transporte.

### Fundamentos

A seguir são apresentadas diversas situações e avanços realizados em diferentes países, referentes ao desenvolvimento da produção do hidrogênio em um mundo em contínua evolução preocupado com o meio ambiente, que justificam o interesse da minha contribuição. Antes de mudar para o gás natural, as redes de gás do Reino Unido e da Alemanha eram operadas com gás urbano, que consistia em sua maior parte em hidrogênio. A capacidade de armazenamento da rede de gás natural alemã é superior a 200.000 GWh, o que é suficiente para vários meses de energia. A capacidade de todas as usinas hidrelétricas alemãs é de 40 GW-h. O transporte de energia através de uma rede de gás é feito com muito menos perdas (<0,1%) do que em uma rede de energia (8%). Na Holanda, a capacidade de transporte de energia das linhas de gás é muito maior do que as de eletricidade que chegam a residências. O gás hidrogênio reage com alguns outros materiais para produzir hidreto químico, material de armazenamento de hidrogênio, que pode ser transportado com relativa facilidade. A energia do hidrogênio pode ser armazenada, transportada e dispensada conforme necessário - e depois usada para abastecer rapidamente veículos elétricos movidos a células de combustível, evitando o tempo de carregamento necessário para carros movidos a bateria. A densidade de potência dos sistemas de células de combustível em um veículo é uma ordem de magnitude superior à dos veículos elétricos a bateria. A partir de 2019, a produção de fertilizantes e o refino de petróleo são os principais usos do hidrogênio. A metade é usada no processo de Haber para produzir amônia, que pode ser usada como fertilizante. A agricultura intensiva usada para sustentar a amônia cresce a demanda por amônia também cresce. A amônia pode ser usada como um método indireto mais seguro e fácil de transportar hidrogênio.

### Considerações Finais

O hidrogênio é uma fonte de energia ambientalmente mais limpa para os usuários finais. O hidrogênio pode ajudar a descarbonizar o transporte de longa distância, a indústria de produtos químicos, a produção de ferro e aço e tem potencial para transportar energia renovável a longa distância e armazená-la a longos prazos, por exemplo, a partir da energia eólica ou solar. Uma característica fundamental de uma economia de hidrogênio e que está sendo explorada atualmente é em aplicações móveis principalmente em transporte veicular. A economia de peso e espaço proporcionada pelas células de combustível é especialmente importante para a entrega de frotas, ônibus e outros veículos comerciais. A adoção de veículos elétricos e híbridos continua a crescer, e as limitações impostas pelas baterias estão se tornando mais aparentes. Os argumentos a favor do hidrogênio se fortalecem à medida que as aplicações de células de combustível continuam a proliferar e seus custos a cair de preço. Além da geração de energia, a produção de hidrogênio pode ser centralizada, distribuída ou uma mistura de ambas. Embora a geração de hidrogênio em usinas de energia primária centralizada prometa maior eficiência de produção de hidrogênio, as dificuldades no transporte de hidrogênio em alto volume e longo alcance tornam a distribuição de energia elétrica atrativa dentro da economia do hidrogênio. A produção de hidrogênio está crescendo, sendo a produção de fertilizantes e o refino de petróleo seus principais usos. Cerca de metade é usada no processo de Haber para produzir amônia (NH<sub>3</sub>), que é então usada direta ou indiretamente como fertilizante. Como a população mundial e a agricultura intensiva usada para sustentá-la estão crescendo, a demanda por amônia cresce. A amônia também pode ser usada como um método indireto mais seguro e fácil de transportar hidrogênio.

Contribuições para aprimoramento da minuta do

Plano Decenal de Expansão de Energia 2030 (PDE 2030)

Nome: Jorge Alberto Alcalá Vela

Instituição: Eletrobras

( x ) setor público

Capítulo	Item	Texto Original	Texto Proposto	Justificativa
1. Introdução	EMFOQUE DOS ESTUDOS Página 15	Considerando o potencial brasileiro para produção de energia elétrica e de combustíveis a partir de fontes renováveis, a principal estratégia do setor para mitigação das emissões de GEEs é justamente manter elevada a participação dessas fontes na matriz, mantendo o destaque do Brasil na produção de energia com baixas emissões.	Considerando o potencial brasileiro para produção de energia elétrica e de combustíveis a partir de fontes renováveis, a principal estratégia do setor para mitigação das emissões de GEEs é justamente manter elevada a participação dessas fontes na matriz, mantendo o destaque do Brasil na produção de energia com baixas emissões, <b>e nesse sentido é que aparece o novo vector das energias renováveis, o hidrogênio, com seu potencial de emissões zero, como uma alternativa viável nesta década para solucionar definitivamente a poluição do meio ambiente.</b>	O hidrogênio já foi testado e aprovado como fonte de energia “limpa” para utilização principalmente em transportes. A reação do hidrogênio com o oxigênio, para produzir água, realizada em células de combustíveis é uma das formas mais promissoras para gerar energia para automóveis, evitando a liberação de GEE, ao contrário do que acontece com os motores atuais que utilizam a combustão de hidrocarbonetos de origem fóssil.
2. Demanda de Energia 2.1.2 TRANSPORTES	TRANSPORTE DE CARGAS Página 30	Para os segmentos de caminhões mais pesados, a opção de eletrificação deve levar mais tempo para ser competitiva.  Cabe citar, como outra alternativa tecnológica, os caminhões a gás natural liquefeito (GNL)	Para os segmentos de caminhões mais pesados, a opção de eletrificação deve levar mais tempo para ser competitiva.  Cabe citar, como outra alternativa tecnológica, os caminhões a gás natural liquefeito (GNL) <b>ou também a inclusão das células de combustível de hidrogênio que aparecem como promissoras para diminuir drasticamente a poluição provocada pelos GEE no meio ambiente produzidas pelos combustíveis fósseis.</b>	A densidade energética do hidrogênio é de 38 kWh/Kg, a gasolina que é considerada muito energética só gera 14 kWh/kg, mas seria desejável maior densidade para facilitar o armazenamento e transporte. O hidrogênio, pode ser armazenado em forma líquida. A densidade energética é muito maior na forma líquida, e é muito mais fácil de resfriar.
2. Demanda de Energia 2.1.2 TRANSPORTES	TRANSPORTE DE PASSAGEIROS Página 30	Esse movimento também vem acompanhado de avanços tecnológicos, havendo melhorias significativas na eficiência energética dos ..	Esse movimento também vem acompanhado de avanços tecnológicos, <b>tais como a introdução de células de combustível de hidrogênio,</b> havendo melhorias significativas na eficiência energética dos ..	A energia transportada pelo hidrogênio pode ser armazenada, transportada e dispensada conforme necessário - e depois usada para abastecer rapidamente veículos elétricos movidos a células de combustível, evitando o tempo de carregamento necessário para carros movidos a bateria. A densidade de potência dos sistemas de células de combustível em um veículo é uma ordem de magnitude superior à dos veículos elétricos a bateria.
2. Demanda de Energia 2.1.2 TRANSPORTES	TRANSPORTE DE PASSAGEIROS Página 31	.. veículos de transporte de passageiros <sup>5</sup> .  5 Além disso, projeta-se a introdução de novas tecnologias híbridas, mais eficientes energeticamente e a redução de congestionamentos pela priorização dada ao transporte coletivo.	.. veículos de transporte de passageiros <sup>5</sup> .  5 Além disso, projeta-se a introdução de novas tecnologias híbridas, mais eficientes energeticamente <b>e que podem incluir, entre outras as células de combustível de hidrogênio em sistemas híbridos</b> e a redução de congestionamentos pela priorização dada ao transporte coletivo.	O tempo gasto no carregamento da bateria dividido pelo tempo gasto no uso para a finalidade a que se destina é onerosa para qualquer tipo de veículo elétrico em serviço comercial. A melhor tecnologia de carregamento de bateria de hoje é 20 vezes mais lenta que o reabastecimento com gasolina ou com hidrogênio.