



ALECE ASSEMBLEIA
LEGISLATIVA
DO ESTADO
DO CEARÁ



ALECE

ASSEMBLEIA
LEGISLATIVA
DO CEARÁ



**VALORIZAR O
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL.**

Mais que uma missão, é nossa lei.

HIDROGÊNIO VERDE: A ENERGIA DO FUTURO



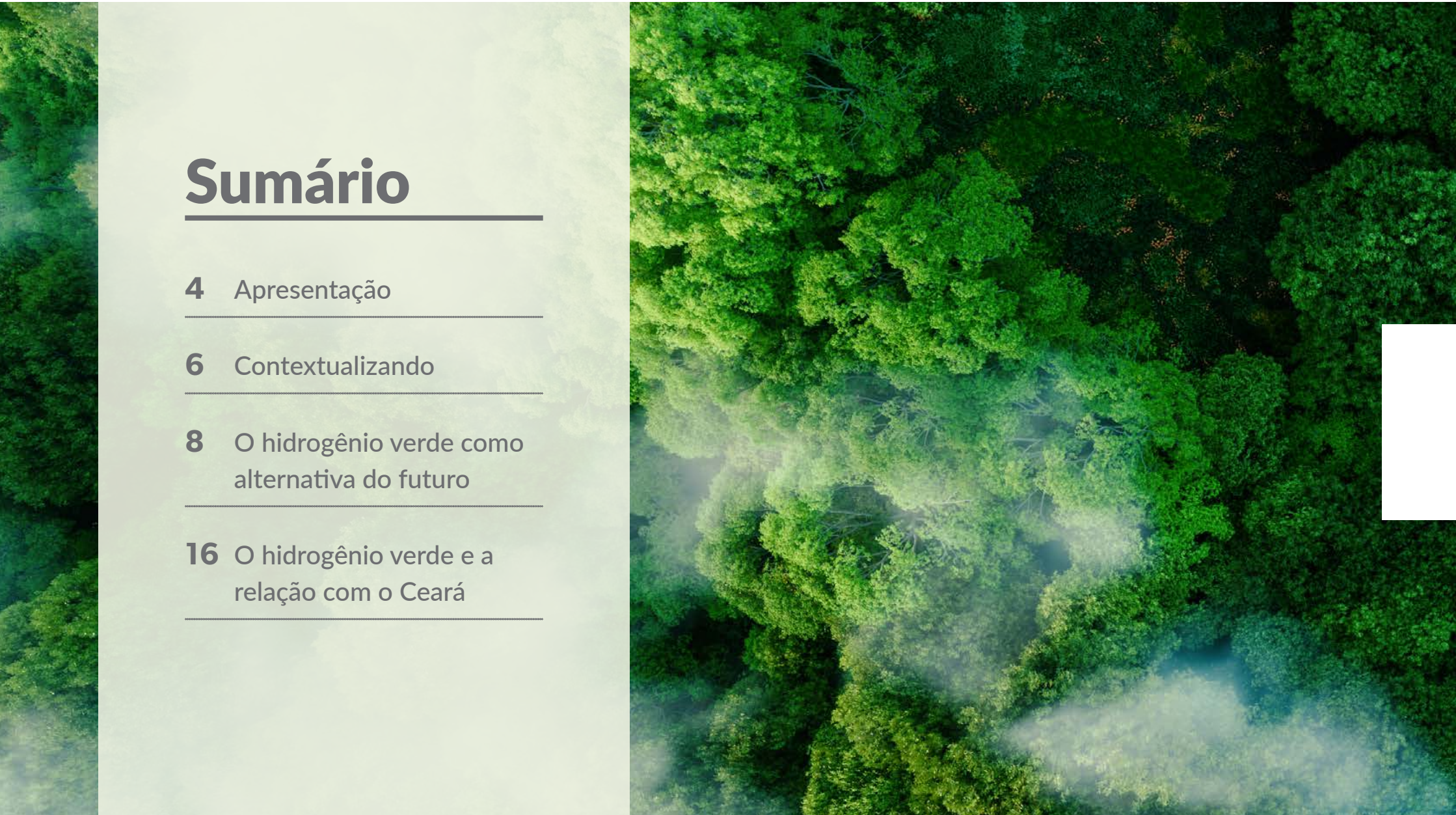
Sumário

4 Apresentação

6 Contextualizando

8 O hidrogênio verde como alternativa do futuro

16 O hidrogênio verde e a relação com o Ceará



Apresentação



A cartilha Hidrogênio Verde é uma produção da Agência de Notícias da Assembleia Legislativa do Estado do Ceará (Alece) que tem o objetivo de apresentar uma introdução ao tema da produção de hidrogênio verde no Estado.

Você vai encontrar aqui a contextualização do panorama mundial de mudanças climáticas e busca por fontes alternativas e renováveis de energia, o que é o hidrogênio verde e onde ele entra nesse cenário, qual seu potencial e o que significam as cores do hidrogênio. Além disso, a cartilha aborda a relação dessa temática com o Ceará e como isso pode impactar na vida dos cearenses.

A cartilha faz parte do Especial Hidrogênio Verde, que reúne uma série de conteúdos multimídia desenvolvidos para trazer informação de forma acessível, numa linguagem conceitual simples, mas concisa. Longe de esgotar a temática, os materiais vêm com a proposta de dar um pontapé inicial nos estudos sobre hidrogênio verde e abrir espaço para discussões realizadas pela Alece.

Evandro Leitão
Presidente da Alece



Contextualizando

O cenário das mudanças climáticas e a necessidade de fontes de energia alternativas e renováveis.

O mundo tem passado por problemas como **aquecimento global**, **efeito estufa** e poluição, fatores que são consequência, entre outros motivos, do consumo prolongado e excessivo de combustíveis fósseis e não renováveis, como o petróleo, o carvão mineral e o gás natural.

Muito se tem discutido em nível mundial e nos âmbitos político, econômico e social sobre caminhos para solucionar essas problemáticas, o que leva a grandes reuniões mundiais como as **COPs** (*Conference of the Parties*), as maiores e mais importantes conferências anuais relacionadas ao clima no mundo.

Nesse contexto, uma resposta é consenso entre especialistas e muitos líderes mundiais: é preciso mudar!

A urgência pela proteção do meio ambiente por meio da utilização de recursos que não agridam tanto o planeta é uma medida emergencial, por isso a busca por energias chamadas de renováveis, ou seja, energias com fontes abundantes na natureza e reabastecidas naturalmente, como a eólica e a solar.

Contudo, essa transição dos combustíveis fósseis para os renováveis apresenta alguns desafios que precisam ser superados. Para que haja a substituição por completo, é preciso encontrar outra energia que possa suprir as necessidades energéticas do consumo mundial. Diante desse cenário, uma aposta se apresenta como promissora e tem sido observada e estudada em diferentes partes do mundo, inclusive no Ceará: o **hidrogênio verde**.



O hidrogênio verde como alternativa do futuro

Mas o que, de fato, é o hidrogênio verde? Qual o potencial dele e por que está sendo cotado como uma das alternativas energéticas do futuro no combate à emissão de gases de efeito estufa?

Antes de partir para o **hidrogênio verde (H2V)**, é preciso entender sobre o **hidrogênio (H2)**, cujas características o fazem se destacar na questão energética, e que aplicações ele pode ter.

Para nos ajudar a responder essas questões, convidamos Natasha Esteves, mestra em Ciências Físicas Aplicadas às Energias Renováveis pela Universidade Estadual do Ceará (Uece), que atua na área de hidrogênio há cerca de 12 anos. A pesquisadora nos trouxe as informações sobre usos, potenciais e produção do hidrogênio.

O hidrogênio, de forma simplificada, funciona como um “vetor energético”, ou seja, é como se ele fosse o portador da energia, não uma fonte. A fonte é a energia que é usada para produzi-lo, como a solar e a eólica. Portanto, podemos utilizar o hidrogênio em diversos setores e obtê-lo a partir de diferentes processos, assim como transportá-lo de várias formas.

Entre as aplicações dele, estão:

Armazenador de energia

No caso das energias renováveis, um problema é a intermitência. Nem sempre se tem radiação solar suficiente, nem sempre há vento. Outras vezes, acontece de produzir energia além da demanda. Dessa forma, para deixar essa geração mais estável e diminuir as perdas, o hidrogênio aparece como um instrumento de armazenamento dessa energia produzida, sendo mais vantajoso do que as baterias, que são usadas para curto prazo, porque ele pode armazenar até sazonalmente.

Mobilidade urbana

Outra aplicação é em veículos, tanto pesados como elétricos. O H₂, nesse caso, pode ser utilizado para gerar a eletricidade que vai movimentar um carro, a partir do uso de uma célula a combustível. A queima do H₂ pode ser feita de forma igual à de outros combustíveis, como GLP (gás liquefeito de petróleo) ou gás natural, sendo muito mais eficiente e liberando três vezes mais energia do que a gasolina. E, diferente dos combustíveis fósseis que emitem como “resíduo” final o CO₂, a queima do hidrogênio tem como subproduto a água em forma de vapor, sendo considerado uma energia limpa.

Fórmula da queima do hidrogênio:
 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

Produção de amônia, base para a produção de fertilizantes nitrogenados

Na indústria de fertilizantes, o hidrogênio vai se juntar com o nitrogênio, formando a amônia (NH₃), a qual, por sua vez, é matéria-prima para a síntese de fertilizantes nitrogenados. Os fertilizantes são necessários, por exemplo, para quase dobrar a produção de alimentos.

Indústria de alimentos

O hidrogênio é utilizado também na indústria alimentícia, para hidrogenação. Um exemplo disso são as margarinas, que, mesmo ao serem armazenadas no congelador, continuam cremosas.

E como é realizada a produção de hidrogênio verde?

Apesar de ser um dos elementos mais abundantes no universo, o H₂ é escasso na sua forma pura na Terra, mas pode ser encontrado em combinação com o oxigênio, formando a água (H₂O). Por esse motivo, é preciso gastar energia para obtê-lo puro e pronto para uso.

As duas formas mais comuns de se produzir hidrogênio são por:

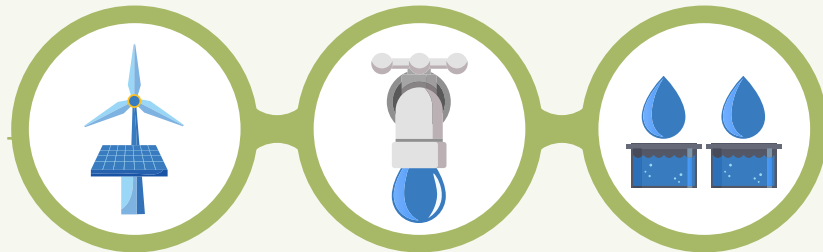
Reformação: são aplicadas altas temperaturas, e o vapor reage com um combustível hidrocarboneto (gás natural, diesel, carvão, etc.) para produzir H₂. Atualmente, é a forma mais utilizada para a produção de hidrogênio.

Eletrólise: é um processo em que se aplica uma corrente elétrica na molécula de água com o uso do equipamento eletrolisador para separá-la em hidrogênio e oxigênio, sendo uma forma limpa de produzir hidrogênio. O hidrogênio verde no Ceará deve ser produzido a partir desse processo.

Fórmula da eletrólise para conseguir hidrogênio puro:



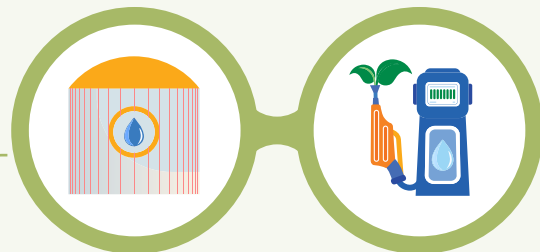
Ciclo de produção do H2V



1
A energia gerada na produção de H2V vem de fontes renováveis (eólica, solar, biomassa);

2
Um dispositivo chamado eletrolisador é abastecido com água (H₂O) e alimentado por correntes elétricas advindas de energia limpa;

3
O processo de eletrólise promove a separação das moléculas de hidrogênio (H₂) e oxigênio (O₂) contidas na água;



4
O H2V produzido é armazenado na forma líquida ou gasosa em tanques ou cilindros;

5
O combustível é transportado para uso doméstico ou industrial.

Depois de pronto, o transporte do H₂ pode ser feito de diferentes maneiras: na forma gasosa ou na forma líquida em tanques metálicos, também na forma de outro componente, a amônia, em que se une ao nitrogênio.

“Para eu fazer o hidrogênio líquido, eu gasto mais energia do que transportando-o em gasoso, mas eu ocupo setecentos vezes menos espaço do que eu ocuparia com os cilindros de hidrogênio gasoso. O que a gente precisa considerar e escolher é o que se adequa melhor a cada situação. O maior desafio hoje é a questão do armazenamento do hidrogênio. Essa logística de transporte já vem sendo estudada há muito tempo, mas esses projetos de grande porte estão sendo incentivados mesmo agora”, diz Natasha Esteves.



O que são e o que significam as cores do hidrogênio?

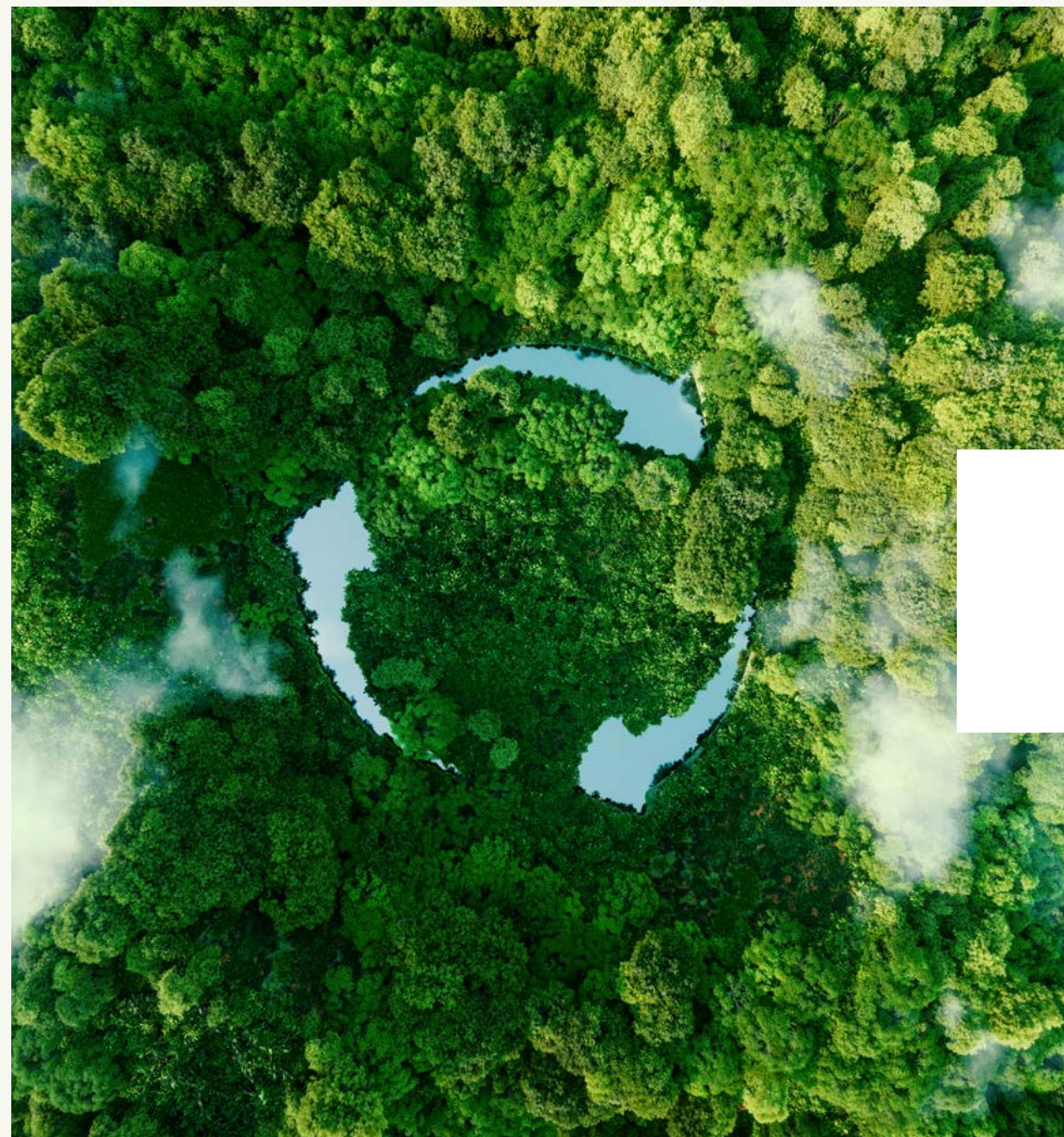
A utilização do tipo de energia usada nessa produção define as “cores” do hidrogênio, isto é, se são utilizados combustíveis fósseis ou renováveis, podendo receber a classificação do cinza ao verde.

A pesquisadora Natasha Esteves explica que, hoje em dia, o hidrogênio já é bastante utilizado, mas a maior parte dele é obtido por combustíveis fósseis.

“Então o que existe hoje é a questão de impulsionar o hidrogênio verde, que aí não viria de fontes fósseis, e sim de fontes limpas e renováveis”, pontua.

Entenda, a seguir, a classificação do hidrogênio de acordo com a fonte de energia usada na produção:

Hidrogênio Cinza	Hidrogênio Marrom	Hidrogênio azul	Hidrogênio verde
Tem origem com o uso de combustíveis fósseis.	É feito do carvão, em um processo chamado gaseificação.	Também é produzido de combustíveis fósseis, entretanto incorpora a captura de carbono e tecnologia de armazenamento.	É gerado a partir de fontes limpas e renováveis, como a energia solar e a eólica, sem emissão de poluentes em toda a sua cadeia produtiva.



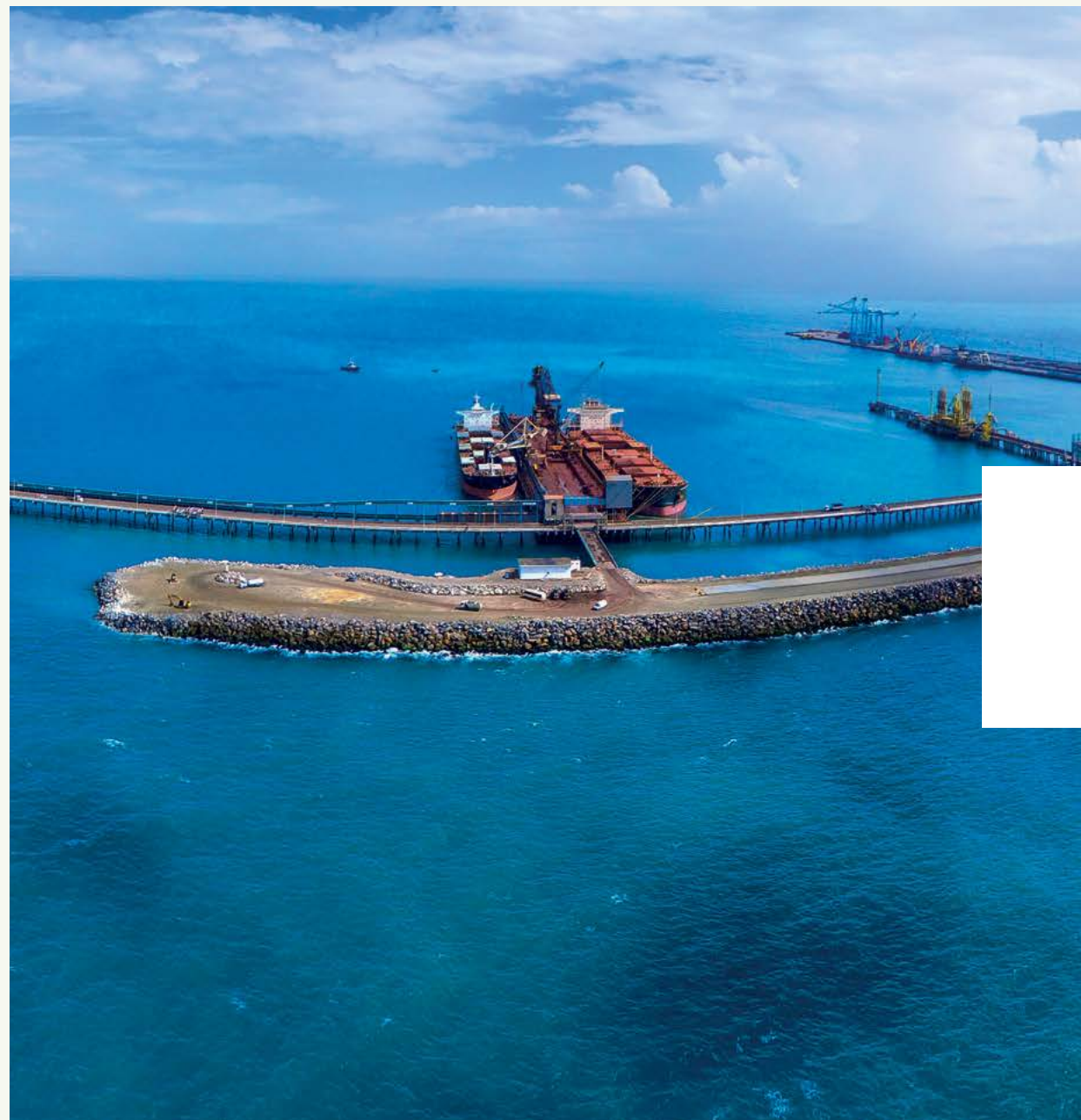
O hidrogênio verde e a relação com o Ceará

Ok, mas uma dúvida que pode surgir para você, cidadão e cidadã, é: mas o que o hidrogênio verde tem a ver diretamente com o Ceará?

○ Brasil, em geral, é considerado privilegiado para a produção de hidrogênio verde, sobretudo devido ao seu grande potencial de energia renovável (eólica, solar, entre outras). Além disso, o sistema elétrico integrado e de baixo carbono, junto com a posição geográfica favorável para alcançar a Europa, também é visto como ponto relevante.

No que se refere ao Ceará, existem fatores que o tornam extremamente vantajoso para a implantação do HUB e para se tornar competitivo junto às outras nações na corrida do hidrogênio verde. Entre eles:

- Grande disponibilidade de energia renovável barata e próxima do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), sobretudo com alto potencial eólico e solar, devido à sua posição geográfica e a proposta de futuros parques eólicos offshore.



- Estrutura física e intelectual capacitada, advindas do CIPP, Universidade Federal do Ceará (UFC) e Universidade Estadual do Ceará (Uece), lugares onde se pode encontrar profissionais capacitados, com formação de pesquisadores e estudos no tema.
- Localização geográfica favorável, sendo o ponto do Brasil mais próximo da Europa, vantagem que é ainda mais amplificada com a parceria comercial entre o Porto de Pecém e o Porto de Roterdã, na Holanda — o maior porto marítimo da Europa —, que detém 30% de participação acionária no CIPP.

Diante desse cenário, o Governo do Estado do Ceará, em parceria com a Universidade Federal do Ceará (UFC) e a Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC), anunciou, em fevereiro de 2021, a criação do HUB de Hidrogênio Verde do Ceará, a ser instalado no Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP).

A proposta é que no HUB de Hidrogênio Verde possa se instalar e receber novas empresas e investimentos, ampliando as oportunidades de negócios e geração de empregos, além de impulsionar a economia do Estado.

É importante destacar que toda forma de produção de energia provoca algum tipo de impacto ambiental ou social. Nesse sentido, a questão é calcular quais são mais favoráveis à natureza e convergem com a ideia de sustentabilidade, ao mesmo tempo em que têm o melhor custo benefício.



GLOSSÁRIO

AQUECIMENTO GLOBAL

É o aumento da temperatura média dos oceanos e da camada de ar próxima à superfície da Terra que pode ser consequência de causas naturais e atividades humanas. Isto se deve principalmente ao aumento das emissões de gases na atmosfera que causam o efeito estufa, principalmente o dióxido de carbono (CO₂).

EFEITO ESTUFA

O Efeito estufa corresponde a uma camada de gases que cobre a superfície da Terra, é um fenômeno natural fundamental para manutenção da vida no Planeta, pois sem ela poderia se tornar muito frio, inviabilizando a sobrevivência de diversas espécies. O problema não é o fenômeno natural, mas o agravamento dele. Como muitas atividades humanas emitem uma grande quantidade de gases formadores do efeito estufa (GEEs), esta camada tem ficado cada vez mais espessa, retraindo mais calor na Terra, aumentando a temperatura da atmosfera terrestre e dos oceanos e ocasionando o aquecimento global.

Fonte: WWF Brasil.

COPS

A Conferência das Partes (COP) é o encontro da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, realizado anualmente por representantes de vários países com objetivo de debater as mudanças climáticas, encontrar soluções para os problemas ambientais que afetam o planeta e negociar acordos.

Fonte: Agência Senado

HUB

HUB é um lugar que agrega vários produtos ou serviços de uma mesma cadeia produtiva. Nele é possível encontrar a solução para problemas ou necessidades das empresas, mesmo que exija diferentes tipos de serviço e especialidades, dentro do mesmo lugar.

Fonte: BHub

SAIBA +

Para saber mais sobre hidrogênio verde, a relação com o Ceará e os possíveis impactos da produção, acompanhe o Especial sobre Hidrogênio Verde neste [link](#) ou acesse o QR Code abaixo.



EXPEDIENTE

Cartilha Hidrogênio Verde: a energia do futuro

Publicação da Assembleia Legislativa do Estado do Ceará
Maio de 2023

COORDENADOR DE COMUNICAÇÃO SOCIAL

Daniel Sampaio

Texto

Ana Vitória Marques

Edição

Lusiana Freire

Revisão

Carmem Ciene

Projeto gráfico e diagramação

Alessandro Muratore e Alice Penaforte Muratore

Publicidade

Ticiane Morais

MESA DIRETORA

PRESIDENTE

Evandro Leitão (PDT)

1º VICE-PRESIDENTE

Fernando Santana (PT)

2º VICE-PRESIDENTE

Osmar Baquit (PDT)

1º SECRETÁRIO

Daniel Oliveira (MDB)

2º SECRETÁRIA

Juliana Lucena (PT)

3º SECRETÁRIO

João Jaime (Progressistas)

4º SECRETÁRIO

Oscar Rodrigues (União)

1º SUPLENTE

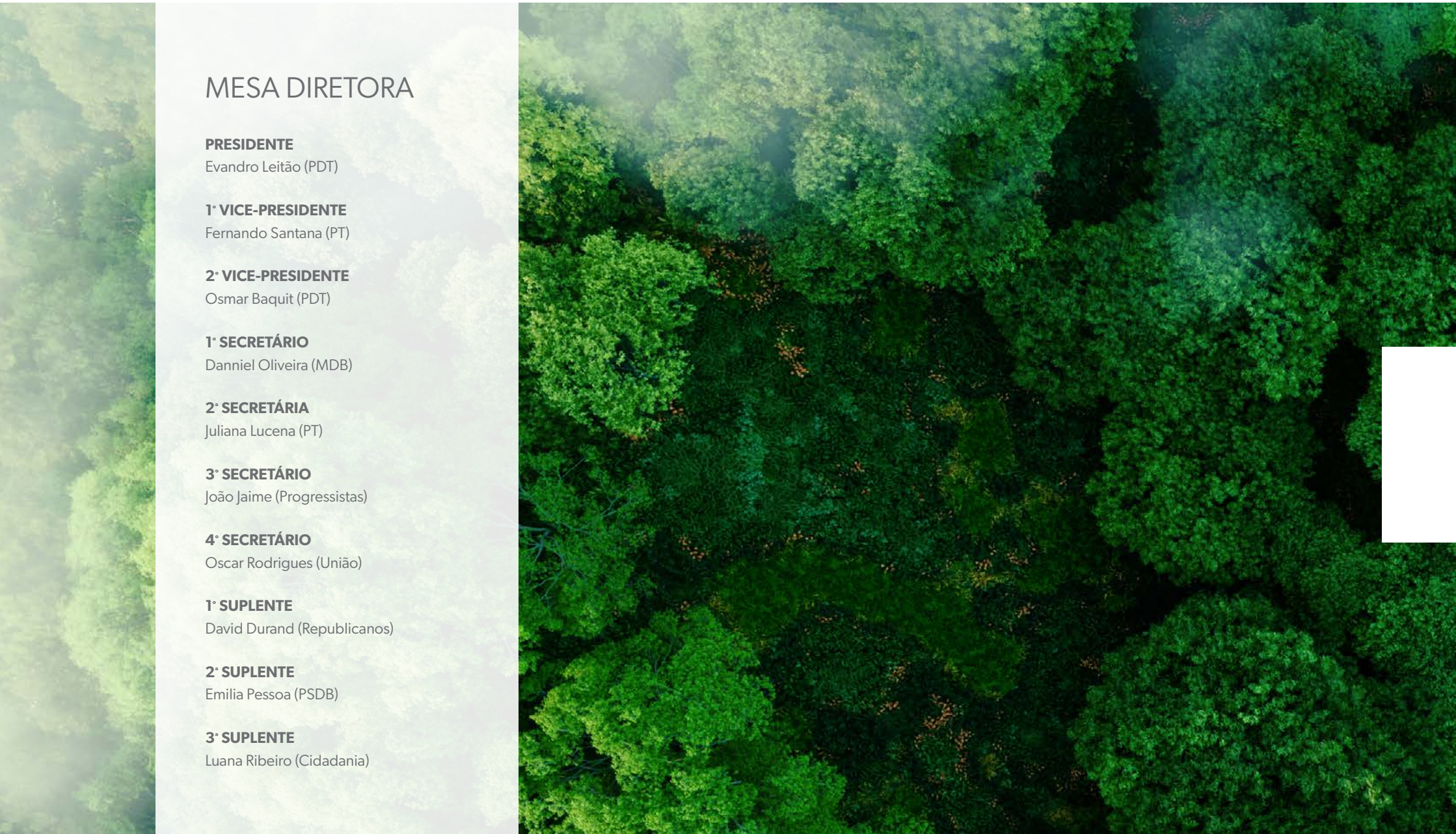
David Durand (Republicanos)

2º SUPLENTE

Emília Pessoa (PSDB)

3º SUPLENTE

Luana Ribeiro (Cidadania)





ALECE ASSEMBLEIA
LEGISLATIVA
DO ESTADO
DO CEARÁ

www.al.ce.gov.br

 TVAssembleiaCeará

 @Assembleia_CE

 AssembleiaCE

 @assembleiace

 Rádio FM Assembleia

 assembleiace