

# Versão Executiva

MASTERPLAN  
HIDROGÊNIO  
VERDE  
CEARÁ



Realização:



Apoio técnico:





MASTERPLAN  
HIDROGÊNIO  
VERDE  
CEARÁ



# Construindo o Hub de Hidrogênio Verde do Ceará

## Versão Executiva

Realização:



**Sistema**  
**FIEC**  
SESI/SENAI/IEL

 **ADECE**  
AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO CEARÁ

 **CEARÁ**  
GOVERNO DO ESTADO

Apoio técnico:

 **IXL CENTER**

**Elmano de Freitas***Governador do Estado do Ceará*

**D**o mundo passa por um momento histórico marcado por uma das maiores transformações da economia brasileira: a transição da matriz energética para a indústria verde, e o Ceará vem se consolidando como protagonista nesse processo. Com mais de 30 empresas nacionais e internacionais dispostas a investir na produção de hidrogênio verde, o nosso estado tem se destacado com a missão de se tornar um HUB de H2V no país.

Temos uma localização geográfica privilegiada, com sol e vento em abundância, matérias-primas para a produção de H2V. Com esse enorme potencial para energia renovável, seguimos entre os líderes nacionais na produção de energia eólica. O Ceará é ainda superavitário na produção de energia solar onshore e tem avançado aceleradamente nos estudos de exploração da energia offshore.

Por isso, estamos nos preparando para ser um dos principais produtores e exportadores do combustível do futuro e temos a compreensão do tamanho desse desafio. Para garantir a segurança jurídica para a efetivação dos investimentos, ainda mais essenciais para empreendimentos de grande porte e em longo prazo, o Brasil já conta com o Marco Legal do Hidrogênio Verde. Com a missão de viabilizar a distribuição da energia produzida, o Governo Federal realizou novos leilões das linhas de transmissão da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), contemplando, só no Ceará, 1.991 quilômetros de novas linhas e mais de R\$ 5 bilhões em investimentos. Além disso, 4 novas subestações de transmissão estão em construção em Pacatuba, Jaguaruana, Russas e Crato. E para receber as empresas de H2V no

Ceará, o Complexo Industrial e Portuário do Pecém receberá investimento em modernização de cerca de R\$ 675 milhões.

Nesse contexto, o Governo do Estado, a Federação das Indústrias e a Academia se uniram a fim de mergulhar nos estudos para o mapeamento das oportunidades que devem surgir para o Ceará na esteira da implantação de empreendimentos de produção de hidrogênio verde no estado. O H2V pode ser uma solução para setores em que é mais difícil reduzir as emissões de gases do efeito estufa, como alguns segmentos industriais de fertilizantes, cimento, química e siderurgia, por exemplo, e o transporte pesado. Além disso, poderá ser usado para o armazenamento de energia. Na esteira do HUB do hidrogênio verde, estudos do Governo do Ceará mostram que investimentos superiores a R\$ 3,4 bilhões em infraestrutura serão necessários nos próximos 5 anos, como a infraestrutura portuária, hídrica, água de reuso, linhas de transmissão, dutos e tancagem de amônia, dentre outros.

O Masterplan, conduzido por uma das melhores consultorias norte-americanas, a IXL Center, evidencia os potenciais do Ceará para receber ainda mais investimentos. A credibilidade do estudo se consolida com o uso de uma metodologia inovadora de construção coletiva, incluindo a participação de especialistas da Universidade de Harvard e do MIT (Instituto Massachusetts de Tecnologia), além de pesquisadores de mais de 15 nacionalidades diferentes. Temos certeza de que estamos no caminho certo. Que esse rico instrumento nos ajudará a atrair mais e mais investimentos bilionários que mudarão a história da economia cearense, contribuindo para uma vida melhor para todos nós cearenses.

**Ricardo Cavalcante***Presidente da FIEC*

A evolução das mudanças climáticas tem exigido dos diferentes segmentos socioeconômicos novos modos de produzir, consumir e se relacionar com a natureza. O processo de transição energética em curso no mundo inteiro é reflexo de um esforço coletivo, que vem sendo empreendido por governos, empresas e instituições acadêmicas, na busca por modelos sustentáveis de geração e distribuição deste insumo vital para a sociedade, que é a energia.

E nesse contexto, o hidrogênio verde surge como um novo paradigma industrial. A onipresença do hidrogênio na natureza, aliada à abundância das fontes renováveis de energia, a exemplo da solar e da eólica, e a disponibilidade de uma infraestrutura logística ímpar, tornam o estado do Ceará um potencial player, em âmbito global, neste que já é aceito por todos como o combustível do futuro.

Quando protagonizamos, ao lado do Governo do Estado, do Complexo Industrial e Portuário

do Pecém, e da Universidade Federal, a criação do Hub de Hidrogênio Verde no Ceará, nós, Federação das Indústrias do Estado do Ceará, estávamos assumindo um compromisso não apenas com o futuro do nosso estado, mas com o futuro de toda a humanidade.

Este documento que ora entregamos à sociedade é resultado de um trabalho de inteligência, que envolveu consultores e pesquisadores dos mais relevantes centros de pesquisa do mundo, a exemplo do MIT (Instituto Massachusetts de Tecnologia) e da Universidade de Harvard, liderados pelo IXL Center, que traduz por excelência o pensamento estratégico que irá nortear a atuação do Hub de Hidrogênio Verde no Ceará.

O Masterplan Hidrogênio Verde é a materialização do nosso propósito comum – governo, indústria, universidade –, que é transformar o estado do Ceará em um dos mais competitivos do país, na produção e distribuição de hidrogênio verde para o mundo.



**João Salmito Filho**

*Secretário da SDE*

*(Secretaria do Desenvolvimento Econômico)*

O Ceará reúne as melhores condições naturais, de logística e de governança, para assumir um protagonismo com destaque mundial na produção de H2V - hidrogênio verde - e na atração de negócios verdes, em harmonia com a região Nordeste e o Brasil.

O governador Elmano de Freitas tem liderado pessoalmente as ações necessárias que compõem as etapas de estruturação da cadeia produtiva de H2V no Ceará.

O presente estudo é mais uma entrega de resultado da governança, especialmente entre o governo do Ceará, através da SDE (Secretaria de Desenvolvimento Econômico) com a ADECE (Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará) e a FIEC (Federação das Indústrias do Estado do Ceará) para a estruturação da cadeia produtiva de H2V.

Este estudo foi realizado por pesquisadores do renomado MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts) e constitui-se em mais uma importante ferramenta que deverá ser utilizada para balizar as muitas oportunidades da cadeia produtiva de H2V na economia cearense.

A transição energética é uma oportunidade histórica para a humanidade reconstruir o pacto entre gerações para que a vida possa permanecer, plenamente, em desenvolvimento na Terra.

O estado do Ceará está consciente da relevância estratégica, sustentável e histórica de sua destacada contribuição para a transição energética e de uma ímpar oportunidade para o seu desenvolvimento.

**Danilo Serpa***Presidente da ADECE**(Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará)*

**P**ara além das oportunidades de investimentos na cadeia de valor do hidrogênio verde no Ceará, produzir um Masterplan significa materializar e documentar o potencial cearense. O estudo trata-se de uma vitrine para investidores e demais interessados em aportar recursos em nosso estado, cujas vantagens superam as das riquezas. Hoje podemos dizer que o Ceará está preparado e vive o cenário perfeito para receber empresas do setor.

No atual momento em que o Masterplan do Ceará é lançado, o Estado conta com mais da metade dos investimentos bilionários em hidrogênio verde do Brasil, conforme dados da Confederação Nacional da Indústria (CNI). Com 58,6% do total, o Ceará lidera o ranking e detém o quíntuplo do valor do Estado localizado na posição seguinte.

Os resultados são frutos de um trabalho sério e comprometido. O presente estudo é mais um apoio do Governo do Ceará, por meio da

Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará (Adece), em parceria com a Federação das Indústrias do Ceará (FIEC), no intuito de mapear oportunidades e promover a transição energética no Brasil e no mundo.

A metodologia utilizada pela norte-americana IXL Center, com a participação de especialistas da Universidade de Harvard e do Instituto Massachusetts de Tecnologia (MIT), pesquisadores de mais de 15 nacionalidades diferentes, além de consultores e representantes de diversas organizações públicas e privadas locais não deixam dúvidas quanto à qualidade do estudo aprofundado e dos resultados apurados.

É hora de colher o que o Ceará plantou. Com o estudo em mão, um cenário totalmente favorável, ambiência de negócios, infraestrutura e localização privilegiada, unindo Governo do Ceará, Academia e iniciativa privada, continuaremos a ser destaque na tão sonhada transição energética e no desenvolvimento econômico.

# Índice

<b>Índice de figuras</b>	3
<b>MASTERPLAN – Versão executiva (MPVE)</b>	5
<b>1. Ceará: vocação para o HIDROGÊNIO VERDE</b>	5
<b>2. Modelo do Hub de hidrogênio verde do Ceará</b>	7
<b>3. Visão estratégica</b>	8
<b>4. Governança</b>	9
4.1 Flexibilidade	11
4.2 Papel orquestrador	11
<b>5. Plano de ação</b>	13
5.1 Estruturação da governança	16
5.2 Definição de legislação, incentivos e subsídios	16
5.3 Envolvimento dos stakeholders	19
5.4 Marketing	21
5.5 Acordos internacionais	24
5.6 Educação e PD&I	27
5.7 Formação e treinamento de mão de obra	31
5.8 Acesso a capital	32

# Índice de figuras

<b>MPVE Figura 1</b>	5
Características Climáticas do Ceará	
<b>MPVE Figura 2</b>	6
Assinatura do “Green Hydrogen Corridor”	
<b>MPVE Figura 3</b>	7
Modelo do Hub de Hidrogênio Verde	
<b>MPVE Figura 4</b>	9
Papel do Governo Canadense no Hub de Nujio'qonik	
<b>MPVE Figura 5</b>	10
Responsabilidade de Execução no Hub de H2V	
<b>MPVE Figura 6</b>	10
Responsabilidade de Aprovação no Hub de H2V	
<b>MPVE Figura 7</b>	11
Como se Preparar para Lidar com as Incertezas	
<b>MPVE Figura 8</b>	12
Grupos de Stakeholders – Hub de H2V	
<b>MPVE Figura 9</b>	12
Papel do Orquestrador	
<b>MPVE Figura 10</b>	13
Fases de Implantação do Hub de Hidrogênio Verde	
<b>MPVE Figura 11</b>	14
Fase “Iniciar”	
<b>MPVE Figura 12</b>	14
Fase “Aprender”	
<b>MPVE Figura 13</b>	15
Fase “Expandir”	
<b>MPVE Figura 14</b>	16
Estruturação da Governança na Fase “Iniciar”	
<b>MPVE Figura 15</b>	17
Diferença Futura de Custo Entre Hidrogênio Verde e Cinza	
<b>MPVE Figura 16</b>	17
Principais Papéis dos Incentivos	
<b>MPVE Figura 17</b>	18
Incentivos Econômico-Financeiros	
<b>MPVE Figura 18</b>	18
Legislação, Incentivos e Subsídios na Fase “Iniciar”	
<b>MPVE Figura 19</b>	20
Setores Econômicos Locais – Fase “Iniciar”	
<b>MPVE Figura 20</b>	20
Setores Econômicos Locais – Fases “Aprender/Expandir”	
<b>MPVE Figura 21</b>	21
Componentes do Programa de Marketing/Divulgação do Hub	
<b>MPVE Figura 22</b>	22
Alavancas para Atração de Players para o Hub	

<b>MPVE Figura 23</b>	<b>22</b>	<b>MPVE Figura 35</b>	<b>28</b>
Iniciativas do Hub que Ajudam o Marketing		Envolvimento da Academia e de Centros de P&D Privados	
<b>MPVE Figura 24</b>	<b>23</b>	<b>MPVE Figura 36</b>	<b>28</b>
Marketing na Fase “Iniciar”		Iniciativa PtX Hub	
<b>MPVE Figura 25</b>	<b>23</b>	<b>MPVE Figura 37</b>	<b>29</b>
Marketing nas Fases “Aprender/Expandir”		Universidades com Presença no Ceará	
<b>MPVE Figura 26</b>	<b>24</b>	<b>MPVE Figura 38</b>	<b>29</b>
Tipos de Acordos Internacionais		Educação e PD&I na Fase “Iniciar”	
<b>MPVE Figura 27</b>	<b>24</b>	<b>MPVE Figura 39</b>	<b>30</b>
Exemplos de Acordos Internacionais		Educação e PD&I nas Fases “Aprender/Expandir”	
<b>MPVE Figura 28</b>	<b>25</b>	<b>MPVE Figura 40</b>	<b>31</b>
Acordos Existentes para Transferência de H2V		Cursos do SENAI sobre H2V	
<b>MPVE Figura 29</b>	<b>25</b>	<b>MPVE Figura 41</b>	<b>31</b>
Fatores que Dificultam o Comprometimento dos Players		Formar/Treinar mão de obra - Fase “Iniciar”	
<b>MPVE Figura 30</b>	<b>26</b>	<b>MPVE Figura 42</b>	<b>31</b>
Evolução de Acordos		Formar/Treinar mão de obra - Fases “Aprender/Expandir”	
<b>MPVE Figura 31</b>	<b>26</b>	<b>MPVE Figura 43</b>	<b>32</b>
Acordos Internacionais na Fase “Iniciar”		Iniciativas para Atrair Recursos Financeiros	
<b>MPVE Figura 32</b>	<b>26</b>	<b>MPVE Figura 44</b>	<b>32</b>
Acordos Internacionais nas Fases “Aprender/Expandir”		Possíveis Ações para Atrair Capital	
<b>MPVE Figura 33</b>	<b>27</b>	<b>MPVE Figura 45</b>	<b>33</b>
Exemplos de Linhas de Pesquisa de H2V		Prover Acesso a Capital - Fase “Iniciar”	
<b>MPVE Figura 34</b>	<b>27</b>	<b>MPVE Figura 46</b>	<b>33</b>
Prioridades do PNH2		Prover Acesso a Capital - Fases “Aprender/Expandir”	

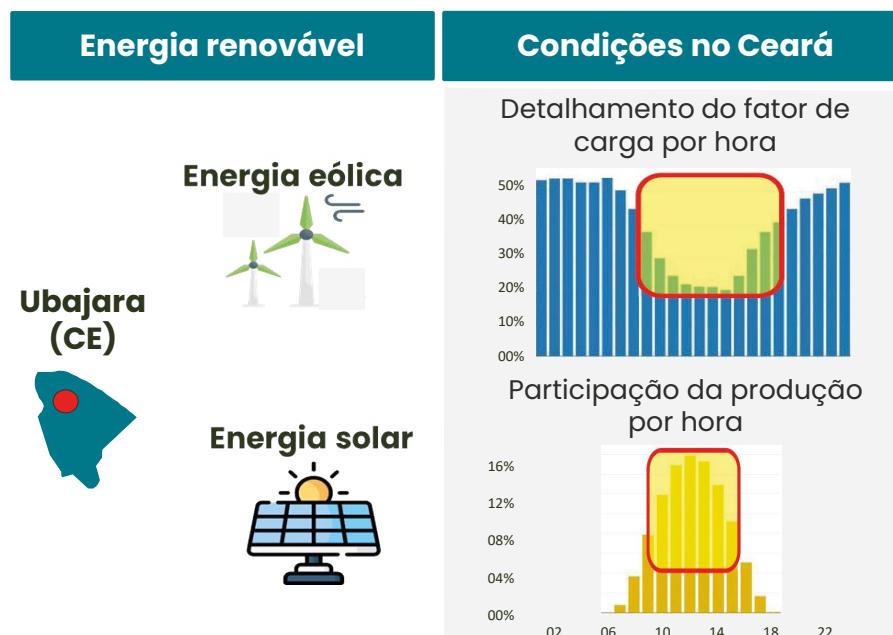
# MASTERPLAN – Versão executiva (MPVE)

Com o objetivo de enfatizar as principais mensagens para o desenvolvimento do Hub de Hidrogênio Verde no Ceará, criamos esta versão executiva do Masterplan. Esse material inicia por mostrar que o Ceará tem uma vocação natural para liderar o setor do Hidrogênio Verde e depois expõe a estratégia, a governança e o plano de ação do Hub. Vale ressaltar que pela própria natureza participativa da montagem do Hub, o Comitê Estratégico que será montado (ver o tópico de Governança nas páginas 9 e 10) terá como tarefa rever a estratégia e o plano de ação aqui desenhados.

## 1. Ceará: vocação para o HIDROGÊNIO VERDE

O Ceará possui condições climáticas diferenciadas (figura 1) extremamente propícias para a geração de energia eólica e solar e, por consequência, muito atraentes para estabelecimento de um Hub de hidrogênio verde:

- Grande potencial: radiação solar média de 5,5 kWh/m<sup>2</sup>.dia e vento chegando a 36km/h;
- Continuidade: energia solar e eólica produzidas durante o ano todo;
- Fontes de energia complementares: energia solar mais intensa quando eólica é menos intensa.



MPVE Figura 1 – Características Climáticas do Ceará

De nada adiantaria a vantagem climática que o estado possui, caso não fosse acompanhada de dois outros importantes fatores:

- **Uma infraestrutura portuária moderna, totalmente engajada no projeto de hidrogênio verde e com participação do Porto de Roterdã,** uma referência mundial em diversos temas logístico-portuários. A figura 2 mostra uma foto da assinatura da parceria entre PE-CÉM e o Porto de Roterdã, com a presença do primeiro-ministro holandês. Esse tópico é um claro diferencial quando comparamos investir no Ceará e em outros estados do Nordeste que, mesmo tendo condições climáticas simi-

lares, não possuem a infraestrutura portuária adequada, o que leva muito tempo e investimento para ser feita;

- **Clareza de Direcionamento.** A elaboração desse documento (Masterplan) foi feita de forma bastante colaborativa, demonstrando que o caminho a ser seguido está claro para as lideranças do governo e da FIEC e que os setores econômicos do Ceará, mais importantes para o hidrogênio verde, já estão se envolvendo com o tema.

**Transporte Marítimo**  
Porto do Pecém



**Condições no Ceará**



**Vantagem do Ceará**



Parceria estratégica com o Porto de Roterdã. No dia 10 de maio de 2023, foram assinados o “**Green Hydrogen Corridor**” entre Porto do Pecém e Porto de Roterdã, e o “**Green Ports Partnership**” entre Países Baixos e Governo do Ceará com a presença do primeiro-ministro dos Países Baixos, Mark Rutte.

MPVE Figura 2 – Assinatura do “Green Hydrogen Corridor”

## 2. Modelo do Hub de hidrogênio verde do Ceará

A figura 3 mostra os componentes de um Hub de hidrogênio verde. A estrutura (“framework”) apresentada possui na parte superior os componentes que definem a estratégia do Hub. Na parte central do framework, estão os temas que devem ser endereçados para garantir que o modelo organizacional do Hub seja eficiente e atraente para os diversos envolvidos (denominados “stakeholders”). Na parte inferior do framework estão os diversos players, sejam eles instituições, componentes mais importantes da cadeia de valor, ou setores industriais de grande relevância para a criação e operação do Hub. O framework é propositadamente não exaustivo, portanto, existem outros stakeholders importantes, mas que não foram colocados.



Fonte: IXL Center Project Team.

MPVE Figura 3 – Modelo do Hub de Hidrogênio Verde

## 3. Visão estratégica

Para a elaboração Masterplan foram definidos preliminarmente os seguintes elementos da estratégia: a Missão, a Visão, os Valores, as Alavancas-chave, e as Barreiras. A revisão (refinamento) desses temas será feita pelo Comitê Estratégico do Hub (ver capítulo 4 sobre governança) assim que ele for empossado.

A Estratégia do Hub de Hidrogênio Verde do Ceará possui os seguintes componentes:

• **Missão:** “Producir Hidrogênio Verde para o mercado interno e o externo com custos competitivos em nível mundial, gerando empregos e impulsionando o crescimento da economia do Ceará”;

• **Visão (curto-médio prazo):** “Tornar-se, ainda nesta década, uma referência mundial como Hub de Hidrogênio Verde, não só pelas condições climáticas do Ceará, mas também pela infraestrutura e capacidade de coordenar eficientemente diversos stakeholders, atraindo assim numerosos investidores altamente qualificados”;

• **Visão (médio-longo prazo):** “Tornar-se o mais importante Hub de Hidrogênio Verde da América Latina, com liderança mundial em preços”;

### • Valores:

► **Inovação Tecnológica:** permitir o desenvolvimento de pesquisas e desenvolvimento de ponta que avancem as tecnologias ligadas a hidrogênio verde e a sua infraestrutura;

► **Sustentabilidade:** colocar o Ceará com um dos líderes globais em energia sustentável, reduzindo a pegada de carbono e capitaneando soluções de energia limpa;

► **Crescimento Econômico:** promover o crescimento regional pela criação de empregos, atração de investimentos;

► **Rapidez e Flexibilidade na Implantação:** estabelecer um modelo de governança eficiente que garanta celeridade na execução e tomada de decisões, ao mesmo tempo que identifique necessidades de mudança de rota

rapidamente. O tema de flexibilidade, pela sua importância, será tratado em mais detalhe no capítulo 4 (Governança);

► **Segurança Energética:** aumentar a segurança energética por desenvolver uma confiável e resiliente cadeia de valor para o H2V, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis;

► **Colaboração e Parcerias:** gerar oportunidades de criação de parcerias envolvendo academia, empresas locais, líderes mundiais em diferentes setores econômicos, governos e centros de pesquisa internacionais. Essas parcerias podem resultar em transferência de conhecimento, captação conjunta de fundos, suporte a políticas para o setor e até mesmo acordos comerciais que transcendam a área de H2V (porta de entrada para parcerias mais amplas);

### • Alavancas-chave:

► Acesso a financiamento;  
► Robustas parcerias público-privadas;  
► Arcabouço regulatório consistente e favorável;  
► Estratégias de marketing bem-desenhadas para atrair investidores locais/ internacionais;  
► Acordos internacionais;  
► Cadeia de valor robusta e completa;  
► Infraestrutura para exportação: porto de PECÉM e ZPE;  
► Governança eficiente;

### • Principais barreiras a serem superadas:

► **Códigos e leis ambientais e processo de obtenção de permissões de edificações complexo e restritivo.** No modelo de gover-

nança (vide capítulo 4) está definido que o Hub produzirá materiais esclarecendo o passo a passo dos processos ambientais e poderá ser consultado em caso de dúvidas;

► **Capacidade local de alguns setores limitada, aquém do necessário para a nova indústria.** O Hub terá várias iniciativas que promoverão parcerias e intercâmbios entre os setores econômicos locais e as maiores refe-

rências mundiais em cada tópico;

► **Dificuldade de coordenar desafios múltiplos e em diversas partes da cadeia de valor ao mesmo tempo e com agilidade.** O modelo de governança foi desenhado justamente para endereçar essa barreira. O objetivo é transformar essa dificuldade, presente em qualquer Hub deste porte, em um diferencial competitivo para o Ceará.

## 4. Governança

O papel do governo varia dependendo do Hub de hidrogênio verde. Em alguns países, normalmente com uma tradição de planejamento centralizado, (ex: Arábia Saudita), o governo assume a liderança do processo.

No modelo de governança do Ceará, o governo estadual deve exercer um papel de facilitador/integrador. Este modelo integrador tem sido adotado por diversos países, como, por exemplo, o Canadá, que coordena uma série de entidades com sucesso, em projetos operacionais, sem responsabilizar-se pelos seus planos de negócios individuais. O papel do governo como integrador não é supervisionar, mas estabelecer as bases a partir das quais as entidades inter-relacionadas do setor possam cooperar entre si e prosperar. Na figura 4, vemos como o Canadá exerce esse papel.

### Papel do Governo Canadense no Hub de Nujio'qonik



O Canadá busca fornecer subsídios, infraestrutura pública e um ambiente de negócios que facilite os investimentos.



As autoridades não participam na formação de consórcios para fins de produção, armazenagem e exportação.



O governo não está buscando ativamente engajamento com empresas do setor privado ou negociando termos para investimento na região.

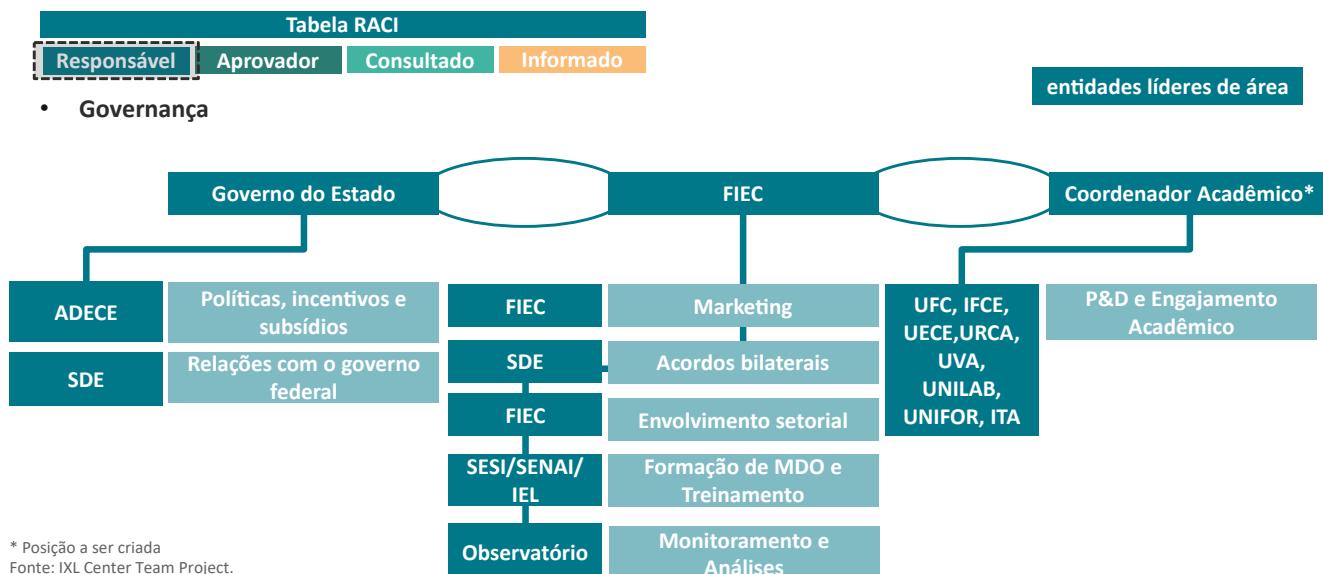


Não há meta para o engajamento e participação de empresas locais.

Fonte: Sites corporativos. Clippings de imprensa.

MPVE Figura 4 – Papel do Governo Canadense no Hub de Nujio'qonik

A governança do Hub de GH2 deve ser estabelecida de tal forma que entidades líderes em suas áreas sejam colocadas como responsáveis pelas atividades essenciais para o sucesso do Hub. Na figura 5 mostramos quais seriam as responsabilidades a serem exercidas por diversas entidades do governo.



MPVE Figura 5 – Responsabilidade de Execução no Hub de H2V

As decisões tomadas pelas entidades líderes de área devem ser submetidas à validação em comitês multidisciplinares. Na figura 6, mostramos os principais aprovadores das decisões. Como vemos no exemplo, o comitê estratégico deve envolver participantes dos principais stakeholders. Participar deste comitê estratégico tem uma importância muito grande e dá enorme prestígio para as empresas convidadas. Assim sendo, sugerimos que só sejam convidadas para o Comitê Estratégico empresas que tenham se comprometido com investimentos (um passo a mais do que simplesmente assinarem o MOU (“Memorandum of Understanding”) e que estas cadeiras na direção do Hub sejam renovadas periodicamente.

Diagrama do Modelo de Governança Compartilhada no Ceará



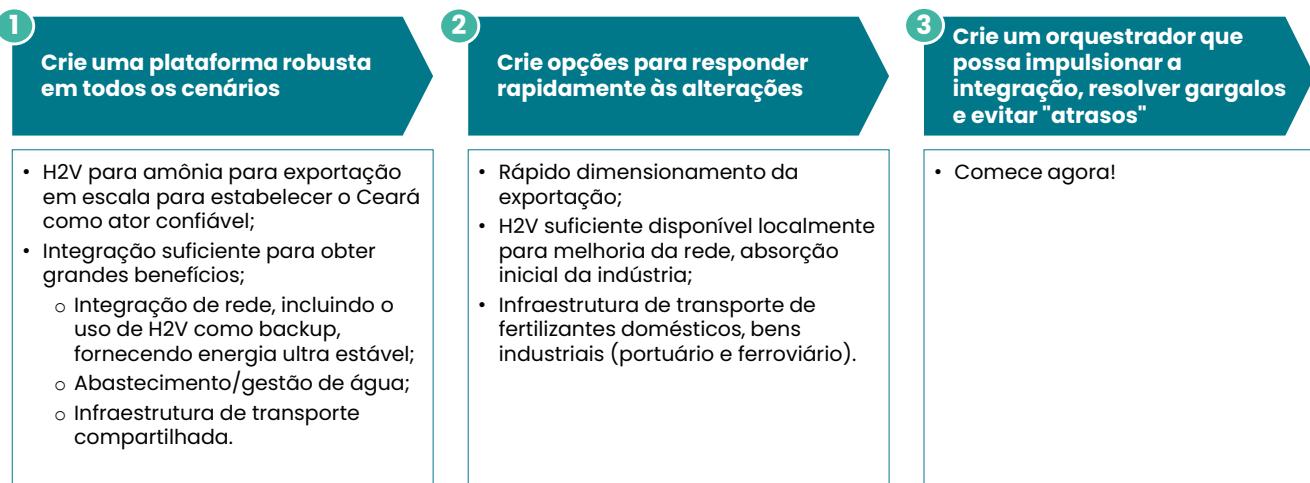
Fonte: Ceplan.

MPVE Figura 6 – Responsabilidade de Aprovação no Hub de H2V

## 4.1 Flexibilidade

O modelo de implementação do Hub de Hidrogênio Verde precisa ser desenhado enfocando a flexibilidade, para que ele se ajuste continuamente. Essa flexibilidade resulta na impossibilidade de prever o exato futuro da indústria de hidrogênio verde. A rapidez da transição energética no mundo depende, entre outros fatores, da flutuação dos preços dos combustíveis fósseis, da legislação (penalidades, subsídio, etc...), da evolução da percepção da sociedade sobre a importância de ser mais “verde” (que varia por geografia) e dos avanços tecnológicos.

A forma de embutir flexibilidade no modelo de gestão (figura 7) passa por entender quais são as iniciativas que são válidas em qualquer que seja o cenário e implantá-las; criar um modelo modular que facilite expansões e deslocamentos de quantidades produzidas; e estabelecer uma posição responsável por identificar problemas e tendências e capaz de agir rapidamente (orquestrador, descrito em mais detalhe no capítulo 4.2 desse MPVE).



MPVE Figura 7 – Como se Preparar para Lidar com as Incertezas

## 4.2 Papel orquestrador

Gerir um Hub de hidrogênio verde significa interagir constantemente com diversos stakeholders, garantindo que estes estejam não só alinhados no discurso como também desenvolvendo suas atividades em sincronia, afinal de contas se uma parte da cadeia de valor não está pronta ao mesmo tempo que outras, o Hub não consegue funcionar. Na figura 8, vemos os principais tipos de stakeholders.



MPVE Figura 8 – Grupos de Stakeholders – Hub de H2V

Conforme foi observado na recomendação #3, é preciso existir muita flexibilidade para mudar a rota à medida que o projeto avança. Existem várias incertezas que exigirão da liderança do projeto uma capacidade de entender rapidamente o que está acontecendo/as tendências; uma habilidade de convencimento dos stakeholders; um senso de urgência e

praticidade para fazer com que as alterações sejam implementadas.

As características descritas apontam para a necessidade de se criar uma liderança orquestradora, conforme descrita por Foss, Schmidt, e Teece, em seu trabalho “Ecosystem leadership as a dynamic capability,” (Figura 9).



Fonte: Foss, Schmidt, and Teece, “Ecosystem leadership as a dynamic capability,” *Long-range planning*

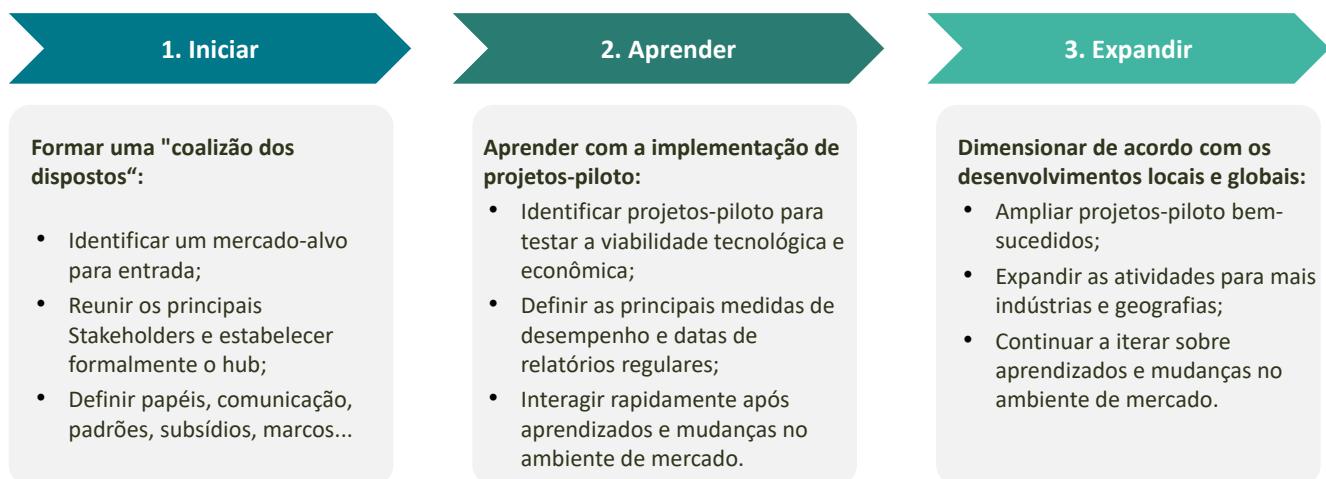
MPVE Figura 9 – Papel do Orquestrador

São exemplos de possíveis responsabilidades do orquestrador, no caso do Ceará:

- Criar, atualizar visão;
- Fazer o marketing do Hub de Energia Verde para potenciais investidores;
- Desenvolver planos integrados de infraestrutura (aspectos físicos e regulatórios), incluindo:
  - ▶ Interligações de sistemas elétricos;
  - ▶ Sistema de água;
  - ▶ Interconexões HV.
- Realizar/financiar estudos de integração;
- Gerenciar fila para acesso a locais, interconexões;
- Aprovar o acesso à ZPE;
- Fornecer "furos de fila" e/ou soluções alternativas se um investimento for atrasado além de um tempo especificado.

## 5. Plano de ação

A estratégia do Hub de Hidrogênio Verde deve contemplar as diferenças entre os horizontes desta implantação. O modelo é desenhado em três fases, conforme vemos na figura 10.



MPVE Figura 10 – Fases de Implantação do Hub de Hidrogênio Verde

A primeira fase ("Iniciar") se caracteriza pela formação de uma coalizão de stakeholders importantes - chamados aqui de "dispostos" para enfatizar que um dos critérios para pertencer a esse grupo é o grande comprometimento com o Hub de Hidrogênio Verde do Ceará (vide Figura 11). Essa fase tem como objetivo colocar de pé o Hub, tendo claro todo seu modelo de gestão/governança. Ao final desta fase, a estrutura do Hub estará implantada e funcionando, as definições cruciais (ex: subsídios) estarão tomadas e o processo de envolvimento dos diferentes setores econômicos do Ceará, bem como de investidores de fora do estado, estará caminhando. O tempo esperado para que esta fase termine é até final de 2025.

## 1. Iniciar

## 2. Aprender

## 3. Expandir

**Identificar um mercado-alvo:**

- Grandes oportunidades e pequenos desafios;
- Compensação: clientes históricos versus novos clientes de hidrogênio;
- Exemplos: produção de amônia verde, produção de aço verde.

**Reunir os principais stakeholders:**

- Dispostos a assumir riscos iniciais e aproveitar retornos;
- Atores necessários para realizar um projeto inicial;
- Exemplos: promotor de projetos, empresa agrícola/siderúrgica, governo local.

**Estabelecer o hub:**

- Definir papéis, comunicação, padrões, atividades-chave, marcos...
- Exemplos: a FIEC coordena, adota normas da UE ou dos EUA, colabora com fabricantes internacionais de equipamentos...

MPVE Figura 11 – Fase “Aprender”

Na segunda fase (“Aprender”) o Hub se depara com a execução de projetos (inicialmente projetos de menor tamanho, funcionando como pilotos de aprendizagem). O objetivo desta fase é a obtenção de eficiência cada vez maior. Métricas são acompanhadas, medidas e ações corretivas são desenhadas. Na figura 12, descrevemos sucintamente essa fase. O tempo esperado para que esta fase termine é até o final de 2030. O final desta fase não indica que o aprendizado terminou, muito pelo contrário, ao final desse período foi criada uma segurança que permite investir em projetos maiores, com mais produtos-finais e novos desenvolvimentos tecnológicos, o que ocorre na fase “Expandir”, conforme mostra a figura 13.

## 1. Iniciar

## 2. Aprender

## 3. Expandir

**Identificar projetos-piloto:**

- Testar viabilidade tecnológica e econômica;
- Iniciar e otimizar processos de produção;
- Exemplos: operação ótima do sistema híbrido de energia, transporte e armazenamento de hidrogênio.

**Medir desempenho:**

- Definir medidas de desempenho e datas de relatórios regulares;
- Custo do ciclo de vida da produção de hidrogênio, intensidade de carbono do hidrogênio produzido;
- Exemplos: ligações bilaterais semanais entre colaboradores diretos, ligações mensais entre membros do hub.

**Interagir em cima de aprendizados:**

- Melhorar os aprendizados dos projetos-piloto;
- Manter-se flexível às mudanças no ambiente do mercado;
- Exemplos: mudanças tecnológicas ou regulatórias, concorrentes de diferentes regiões.

MPVE Figura 12 – Fase “Aprender”

## 1. Iniciar

## 2. Aprender

## 3. Expandir

**Ampliar projetos bem-sucedidos:**

- Aumentar a capacidade de produção, os locais de produção e o volume de vendas;
- Exemplos: adicionar turbinas eólicas e capacidade de eletrolise a um sistema existente, desenvolver novo sistema híbrido em local de produção separado.

**Expandir atividades:**

- Desenvolver novos produtos de hidrogênio verde: por exemplo, biocombustíveis, produtos químicos, metalurgia...
- Desenvolver cooperações nacionais e internacionais
- Adicionar as partes interessadas necessárias para realizar a expansão.

**Continuar a aprender:**

- Continuar a melhorar as aprendizagens dos projectos-piloto;
- Manter-se flexível às mudanças no ambiente de mercado;
- Exemplos: mudanças tecnológicas ou regulatórias, concorrentes de diferentes regiões.

MPVE Figura 13 – Fase “Expandir”

Para cada fase de implementação devem ser definidas métricas (“KPIs – Key Performance Indicators”) que serão revisadas periodicamente, para que fiquem sempre aderentes a realidade possível, mas sejam desafiadoras suficientes para garantir a agilidade do projeto e a obtenção do máximo sucesso possível. Essas métricas serão definidas pelo Comitê Estratégico do Hub (ver recomendação #5 sobre governança), porém entre as métricas mais importantes devem estar: Empregos Criados, Impacto na Economia (ex. Aumento no PIB), Volume de Hidrogênio Produzido e Número de Pessoas Treinadas. Outras métricas específicas para cada parte da cadeia de valor ou importantes em uma fase específica de implantação completarão o arcabouço de medições a serem feitas.

Nos subcapítulos seguintes são mostradas as principais atividades de envolvimento dos diversos stakeholders (incluindo montagem do modelo de governança); propagação do Hub do Ceará localmente e para o mundo (marketing); fechamento de acordos internacionais; treinamento, educação e PD&I; e facilitação para o acesso de capital.

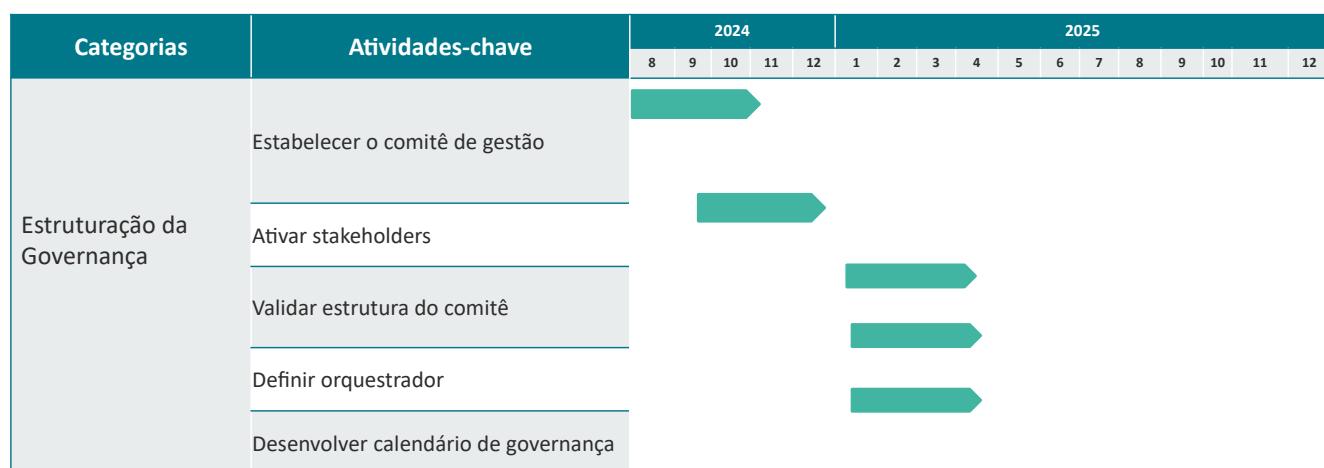
As seguintes diretrizes foram usadas na elaboração dos cronogramas:

- Todas as nomeações, montagens de equipes e definições de modelo de operação e governança ocorrerão ainda em 2024 (parte da Fase Iniciar);
- Levantamentos de dados, estudos complementares e planejamentos das áreas/ ações estarão terminados até o final de 2025 (parte da Fase Iniciar);
- A primeira versão de iniciativas-chave de cada área será feita no segundo semestre de 2025 ou primeiro semestre de 2026. São exemplos de iniciativas-chave: roadshows de marketing,

- cursos de treinamento e formação, assinaturas de acordos internacionais, entre outros (Transição entre Fase Iniciar e Fase Aprender);
- As iniciativas-chave se repetirão várias vezes ao longo dos demais anos, sendo aprimoradas, atualizadas e completadas (Fase Aprender);
- Iniciativas mais sofisticadas e/ou complexas, tais como estabelecimento de um ecossistema de startups ou definição de critérios para um selo verde, ocorrerão entre 2027 e 2030 (Fase Aprender e Fase Expandir).

## 5.1 Estruturação da governança

No capítulo 5 está descrito o modelo de governança que será implementado no Hub de Hidrogênio Verde no Ceará. A estruturação desse modelo é o primeiro grupo de atividades a serem realizadas na implantação do Hub, portanto, todas as atividades ocorrem na “Fase Iniciar”, conforme mostra o cronograma na figura 14.



MPVE Figura 14 – Estruturação da Governança na Fase “Iniciar”

## 5.2 Definição de legislação, incentivos e subsídios

Em várias entrevistas realizadas no projeto foi mencionado que é “melhor termos regras ruins do que não existirem regras”. Essa afirmação adérm da necessidade de regras tarifárias e de um arcabouço legislativo abrangente para que os investidores possam analisar com algum grau de certeza o retorno de seus investimentos.

Incentivos (incluindo subsídios) criam uma capacidade de competição do setor de hidrogênio verde artificial e temporária. Uma vez que a indústria se estabeleça, os incentivos e subsídios diminuem até, eventualmente, desaparecerem. A lógica econômica que justifica o uso de incentivos e subsídios para o Hidrogênio Verde se apoia no seguinte tripé:

- **Indústria Nascente:** a indústria de hidrogênio verde (H2V) está em fase inicial de desenvolvimento, as empresas ainda não são compe-

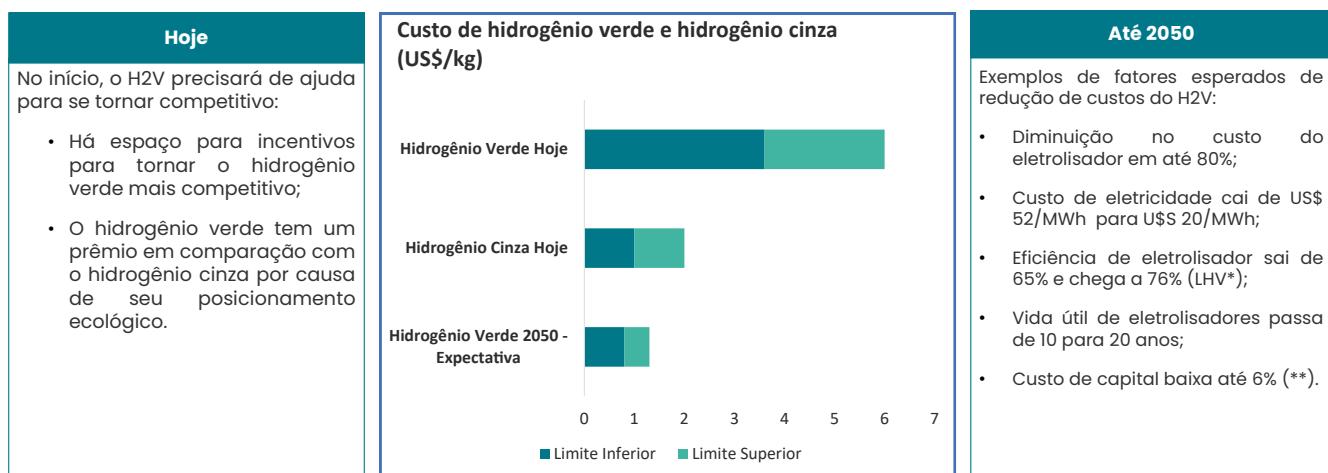
titivas devido aos altos custos iniciais e à falta de infraestrutura estabelecida;

- **Tempo para o Salto Inicial:** o H2V precisa de um período específico para superar barreiras tecnológicas e de mercado e subsídios ajudam a cobrir esse "salto inicial" até que o mercado atinja maturidade e competitividade;

- **Eliminação de Discrepâncias Temporárias:** subsídios facilitam investimentos em pesquisa e desenvolvimento, infraestrutura e produção em escala que contribuem para eliminar as discrepâncias temporárias causadas pela fase nascente da indústria.

Na figura 15, mostramos um estudo realizado pela IRENA e publicado este ano que mostra que a lacuna entre o preço do hidrogênio verde atual e o preço do hidrogênio cinza é consi-

derável atualmente (US\$ 4,5 -6,0/kg versus US\$ 1,0-2,0/kg), mas que deve diminuir substancialmente até 2050. A competitividade en longo prazo é um importante argumento para a adoção de subsídios.



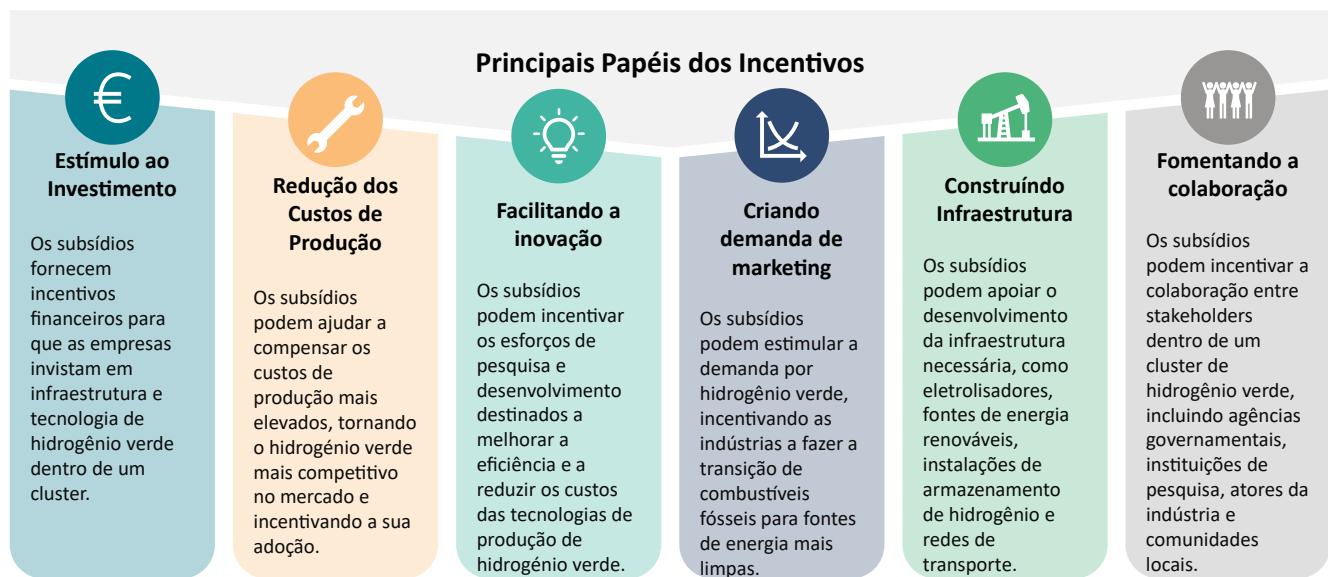
\* Lower Heating Value

\*\* WACC – Weighted Average Cost of Capital

Fonte: IRENA

MPVE Figura 15 – Diferença Futura de Custos entre Hidrogênios Verde e Cinza

Os incentivos são aplicados em muitas áreas. Eles podem estimular investimentos, diminuir custos de produção, facilitar a inovação, criar demanda de marketing, ajudar na construção de infraestrutura e até fomentar a colaboração, conforme vemos na figura 16.



Fonte: IXL Center Project Team.

MPVE Figura 16 – Principais Papéis dos Incentivos

Dentre os incentivos, os mais importantes são os econômico-financeiros que podem ser classificados em 5 categorias: “reduções”, “isenções” “créditos”, “doações” e “fundos de garantia”, conforme vemos na figura 17.



\* Penalidades

Fonte: IXL Center Project Team.

MPVE Figura 17 – Incentivos Econômico-Financeiros

Olhando para o Brasil, vemos que incentivos são comuns em indústrias pesadamente reguladas, com autoridades centrais presentes e atuantes como, por exemplo, na área de energia no Brasil. As estratégias em nível federal e em nível estadual são diferentes.

Em nível federal, o Ceará precisa se articular para mostrar a necessidade dos incentivos, e em nível local, o estado precisa avaliar os impactos econômicos das medidas para definir incentivos atraentes para os investidores e demais “stake-

holders” e, ao mesmo tempo, na medida correta para proteger os interesses do governo.

Um dos possíveis pleitos seria a obtenção do ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) para equipamentos e tecnologias destinados à produção de hidrogênio verde. Equipamentos importados ou produzidos localmente para a construção de plantas de hidrogênio verde poderiam ser isentos do ICMS. Na figura 18 vemos que o plano de ação para o tema de legislação, subsídios e incentivos se concentra nos anos de 2024 e 2025.



MPVE Figura 18 – Legislação, Incentivos e Subsídios na Fase “Iniciar”

## 5.3 Envolvimento dos stakeholders

Um dos desafios na estruturação de um Hub de Hidrogênio Verde é garantir a coordenação entre os diferentes participantes (“stakeholders”), de forma a estarem prontos para operar concomitantemente. Esse papel de coordenação, que foi descrito no capítulo de Governança (mais especificamente no subcapítulo 4.2) tem, no caso do Ceará, alguns pontos críticos elencados a seguir:

- **Impulsionar a energia solar:** a energia solar, a exemplo do que ocorreu com a energia eólica, está se tornando mais econômica nos últimos anos, e tem impulsionado os investimentos em geração em todo o mundo. O caso mais emblemático é o da China, que também reúne condições imbatíveis na produção das placas fotovoltaicas. Portanto, atualmente, já existe viabilidade econômica para produção em larga escala. Entre as empresas que firmaram memorandos de entendimento com as autoridades cearenses, encontra-se a Fortescue, por exemplo, que já tem planos de desenvolver produção solar para hidrogênio verde na Austrália. Assim sendo, o investimento em fonte solar no Ceará é prioritário para a viabilização do Hub de hidrogênio verde do estado, cujo cronograma de implementação já prevê o início de produção antes do final da década. Portanto, ainda que os investimentos em geração solar sejam feitos para atender de maneira cativa a produção de hidrogênio verde, eles precisam ocorrer rapidamente;

- **Acelerar a criação de uma planta de reúso:** Fortaleza possui um bom volume de água de reúso que poderia ser captada, bombeada para estações de tratamento e purificada para uso no processo de H2V, mesmo em épocas de estresse hídrico, uma vez que o sistema de abastecimento de água é estratégico para a sobrevivência da metrópole. A planta de reúso é mais de 5 vezes mais barata que a alternativa de dessalinização;

- **Otimizar infraestrutura de transmissão:** as linhas de transmissão que servem o Ceará não

contemplaram a demanda eletrointensiva de uma produção de hidrogênio verde na escala almejada e concentrada na área do Porto de Pecém, em São Gonçalo do Amarante, pois o desenho objetivava apenas atender o crescimento orgânico da população e da economia cearense;

- **Coordenar arranjo de produtores:** o hidrogênio verde é um produto indiferenciado, e para evitar múltiplas soluções subótimas de logísticas separadas, os produtores poderiam se beneficiar pela organização de um acordo de compartilhamento de infraestrutura de armazenamento e carregamento de navios. Este sistema permitiria o embarque de frações de volume pequenas, caso existam produtores menores, a um custo similar a dos produtores maiores. Os produtores maiores também se beneficiariam pelo aumento do volume proporcionado pelos pequenos para rentabilizar a estrutura portuária e de embarcações;

- **Promover a entrada de integradores:** integradores são especialmente importantes para ganhar tração em locais onde existe uma diferença significativa no custo de capital de empresas médias e grandes. Este é o caso das empresas que operam no Brasil. Embora se espere que uma parte do capital seja originado no exterior, a parcela originada no Brasil pode ter um custo maior a produtores menores, reduzindo o seu interesse em acompanhar os investimentos. Daí a importância de se fechar memorandos de entendimento com empresas-âncora, que estejam dispostas a embrenhar-se pioneiras e rapidamente atin-

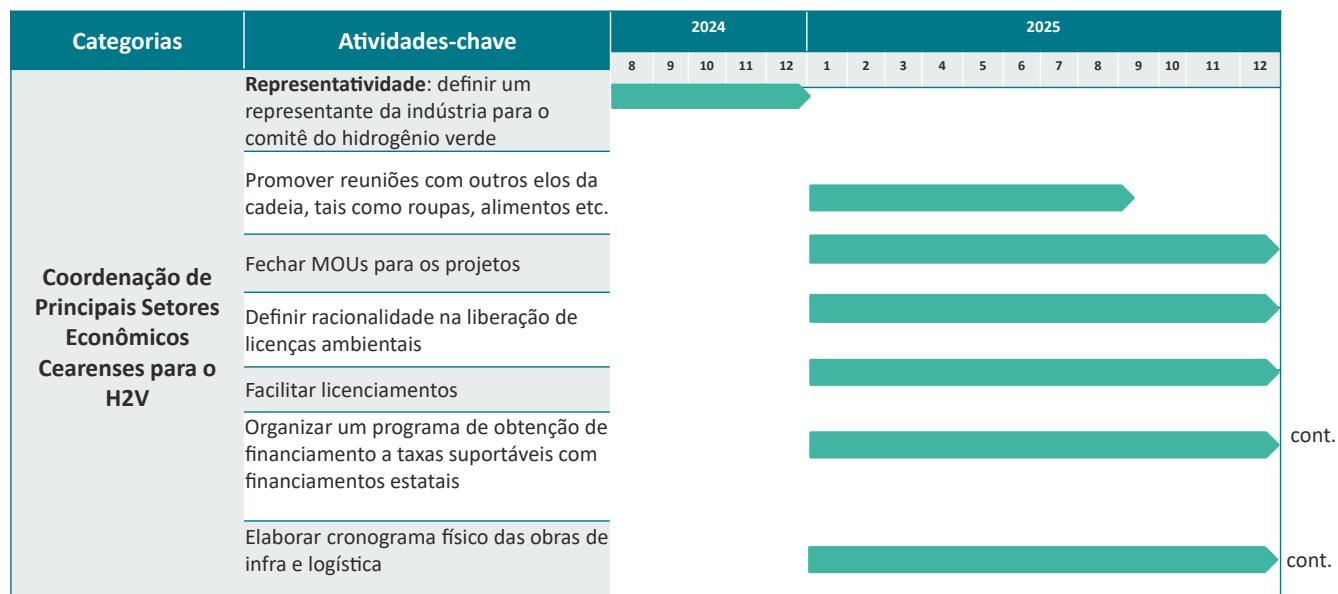
gir a escala de seus projetos. Esta estratégia já tem sido perseguida pela FIEC e pelo governo do Ceará, e deve ser propulsionada como parte das ações de marketing e acompanhada pela governança do programa de hidrogênio verde no Ceará.

• **Incentivar setores-chave cearenses para se engajarem na oportunidade de H2V:** uma das vantagens de se instalar o Hub de hidrogênio verde no Ceará é a possibilidade de crescer al-

guns setores econômicos locais que poderiam prover serviços e produtos necessários para a criação e operação/manutenção deste Hub. Além do setor de energia, os setores de construção civil, construção pesada e metalmecânico são os que oferecem mais oportunidades para a indústria cearense;

• **Criar programas para que setores que geram empregos indiretos (exemplo turismo, escolas...) se preparem adequadamente.**

Além disso, é muito importante que os setores econômicos cearenses de Construção Pesada; Construção Civil; Usinagem, Caldeiraria e Montagem Industrial; Energia Solar; Energia Eólica; e Químico se envolvam no Hub de hidrogênio verde. Esses setores precisarão se organizar para que possam aproveitar sinergias e defender seus interesses. No plano de ação estão contempladas as principais ações a serem realizadas por esses setores (figuras 19 e 20). Importante observar que no desenho do cronograma, consideramos que a construção da planta de hidrogênio verde começará em 2026.



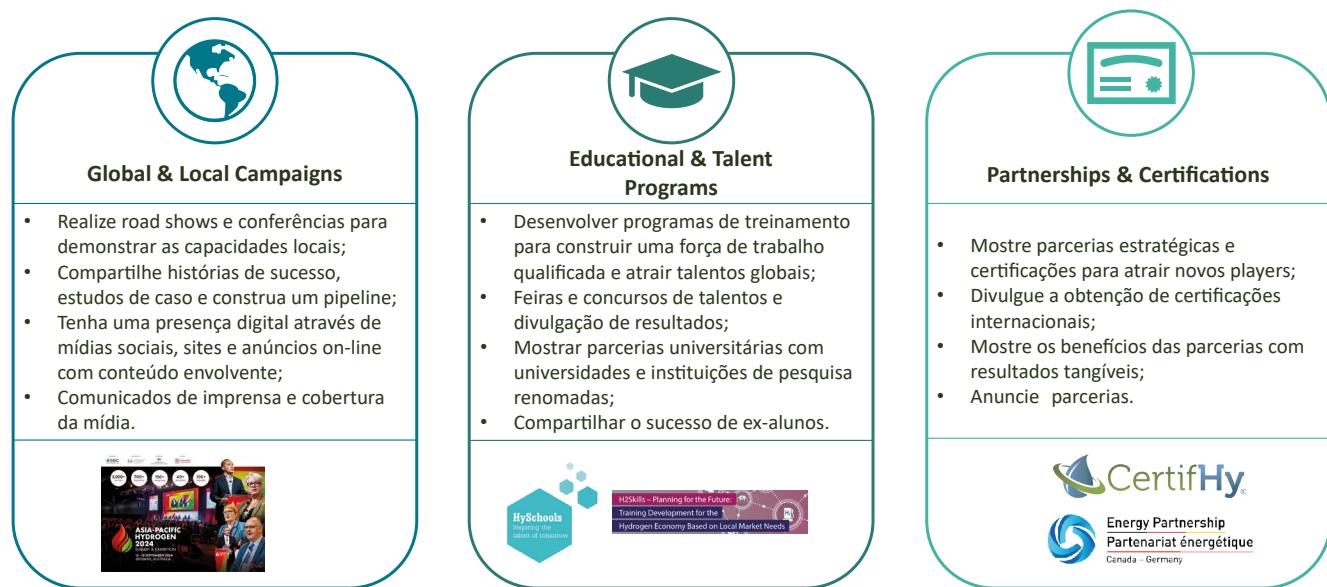
MPVE Figura 19 – Setores Econômicos Locais – Fase “Iniciar”



MPVE Figura 20 – Setores Econômicos Locais–Fases “Aprender/Expandir”

## 5.4 Marketing

Atrair players locais e internacionais para o seu Hub de hidrogênio verde requer esforços significativos de marketing. A realização de roadshows locais e internacionais como forma de garantir que uma mensagem impactante seja passada diretamente para as empresas e entidades-chave. Essa é uma estratégia recomendada para ser feita assim que as regras de investimento/arcabouço jurídico sejam definidas. Programas educacionais, parcerias e certificações são formas complementares de promover o Hub (figura 21).



Fonte: Australian Hydrogen Council, H2Skills Program, HySchools Initiative

MPVE Figura 21 – Componentes do Programa de Marketing/Divulgação do Hub

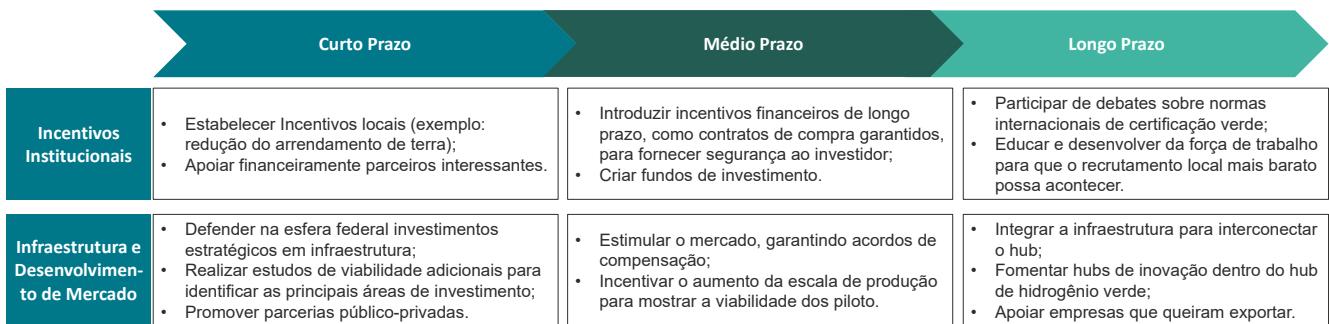
Para converter esforços de marketing, você também precisará se posicionar como um lugar atraente para investir, sendo confiável, tendo incentivos institucionais e desenvolvendo o mercado e a infraestrutura. Na figura 22, temos alguns dos componentes de um posicionamento atraente que um Hub de hidrogênio verde pode ter para investidores e que já são usados em outros países.



Fonte: BMWK, CSIS, KPMG

MPVE Figura 22 – Alavancas para Atração de Players para o Hub

Várias iniciativas feitas pelo Hub, principalmente relacionadas a incentivos, infraestrutura e desenvolvimento do mercado, criam um conteúdo que ajuda a posicionar o Hub positivamente (vide figura 23) e devem ser exploradas nos materiais. Nas figuras 24 e 25 temos o cronograma das ações de marketing identificadas.

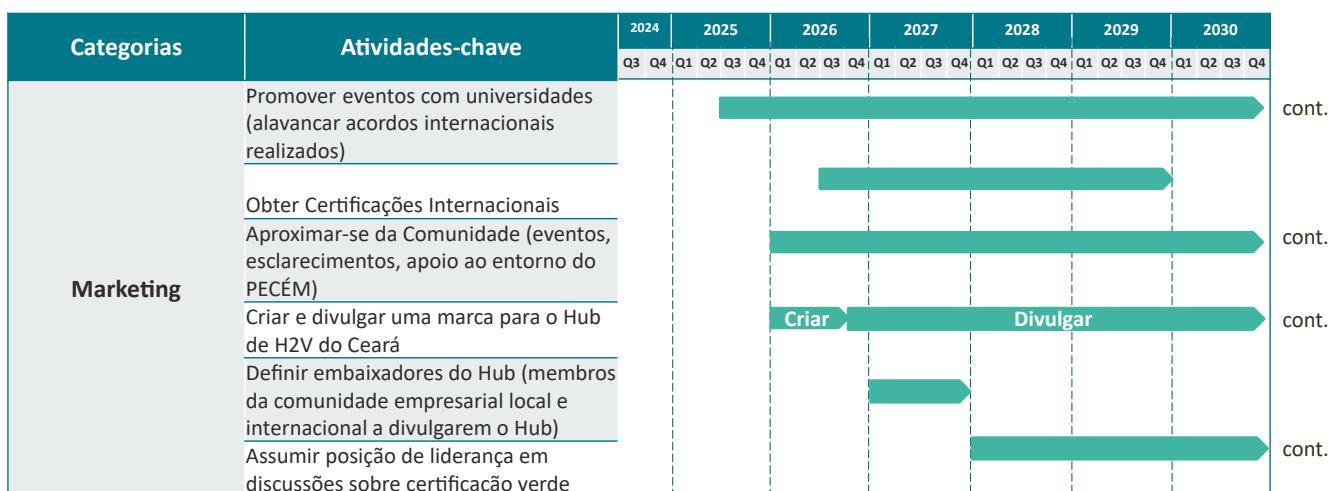


Fonte: BMWK, CSIS, KPMG

MPVE Figura 23 – Iniciativas do Hub que Ajudam o Marketing



MPVE Figura 24 – Marketing na Fase “Iniciar”



MPVE Figura 25 – Marketing nas Fases “Aprender/Expandir”

## 5.5 Acordos internacionais

Os Hubs de hidrogênio verde dependem de uma abundância de acordos para a sustentabilidade em longo prazo, dos quais muitos têm uma dimensão internacional. Na figura 27, temos exemplos dos acordos explicados na figura 26.



Fonte: IEA, Wolters Kluwer

MPVE Figura 26 – Tipos de Acordos Internacionais

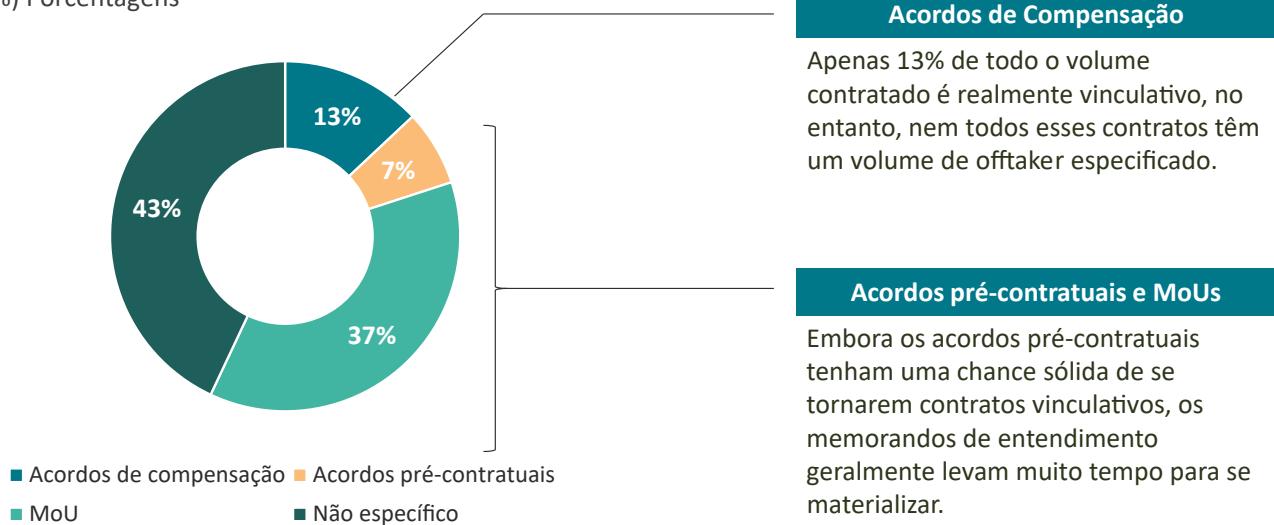


Fonte: IEA, Wolters Kluwer

MPVE Figura 27 – Exemplos de Acordos Internacionais

As vendas e a distribuição, em particular, terão uma dimensão internacional significativa, mas a maioria dos Hubs ainda não tem compradores identificados ou acordos de compensação vinculativos (figura 28);

## Transferência de hidrogênio verde por tipo de contrato<sup>1</sup> (%) Porcentagens

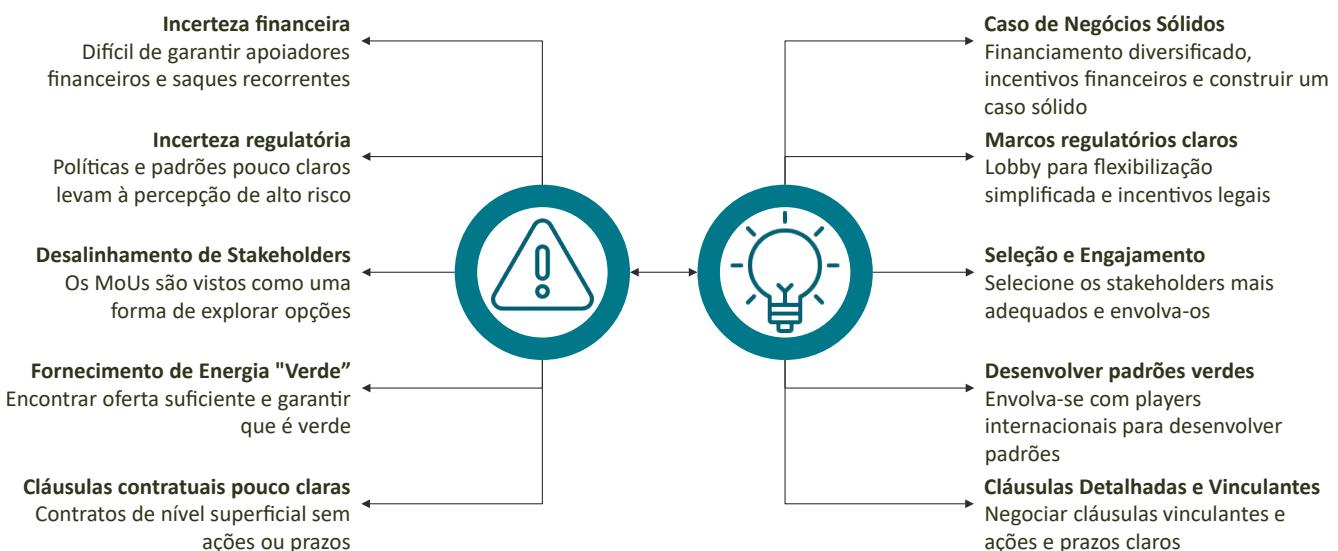


**Observação:** este gráfico representa apenas 10% dos hubs de H2V, já que os outros 90% ainda não encontraram nenhum offtaker

Fonte: Bloomberg

MPVE Figura 28 – Acordos Existentes para Transferência de H2V

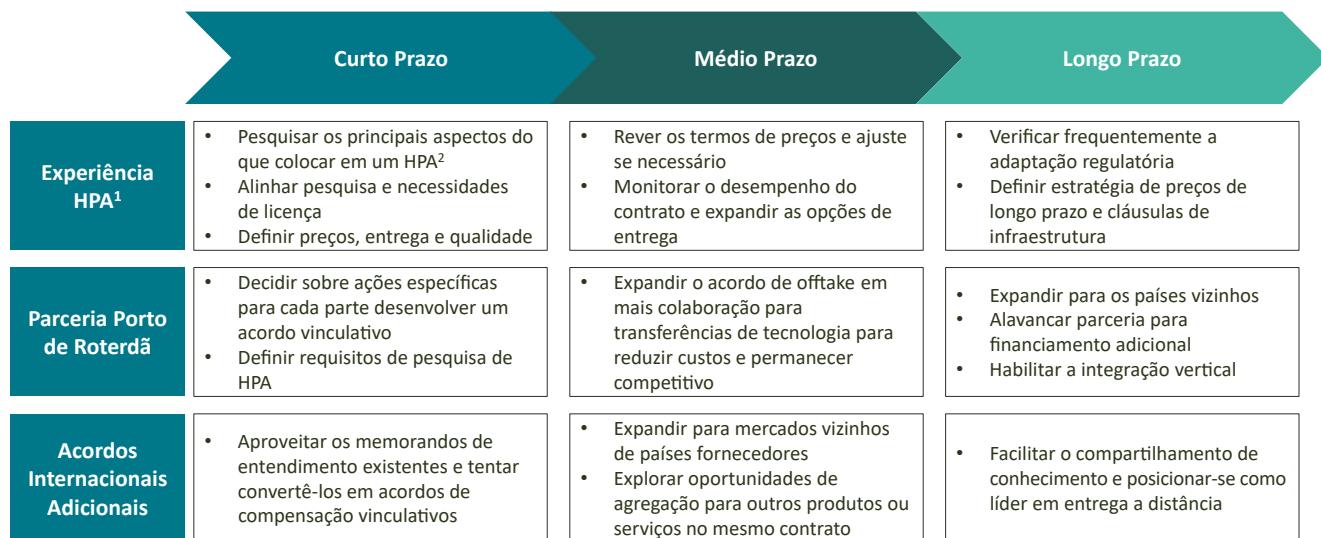
O Ceará está em uma situação semelhante, com 37 memorandos de entendimento assinados, mas ainda sem acordos vinculativos, então eles precisarão analisar opções para converter (figura 29).



Fonte: Hydrogen Insight

MPVE Figura 29 – Fatores que Dificultam Comprometimento dos Players

Para superar essas barreiras, o Ceará precisará adotar uma abordagem estratégica e multifacetada para emergir com sucesso como líder global em hidrogênio verde. Na figura 30, mostramos alguns marcos importantes de acordos que devem ser firmados no curto, médio e longo prazo. Essa estratégia será desenhada em 2025 e constantemente monitorada, revisada e expandida (cláusulas adicionais, novos contratos). As figuras 31 e 32 mostram o cronograma esperado.



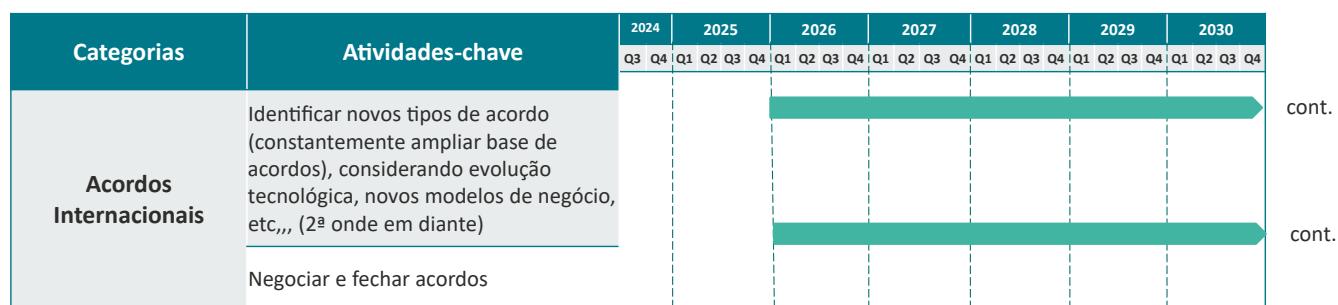
<sup>1</sup> Contrato de Compra de Hidrogênio <sup>2</sup> Preços e condições de pagamento, especificações de quantidade e qualidade, prazos de entrega, duração do contrato, força maior, cláusulas de rescisão, conformidade regulatória, resolução de disputas e/ou arbitragem, responsabilidades e indenizações, boiler plate...

Fonte: Freshfields Bruckhaus Deringer, Project Finance

MPVE Figura 30 – Evolução dos Acordos



MPVE Figura 31 – Acordos Internacionais na Fase “Iniciar”



MPVE Figura 32 – Acordos Internacionais nas Fases “Aprender/Expandir”

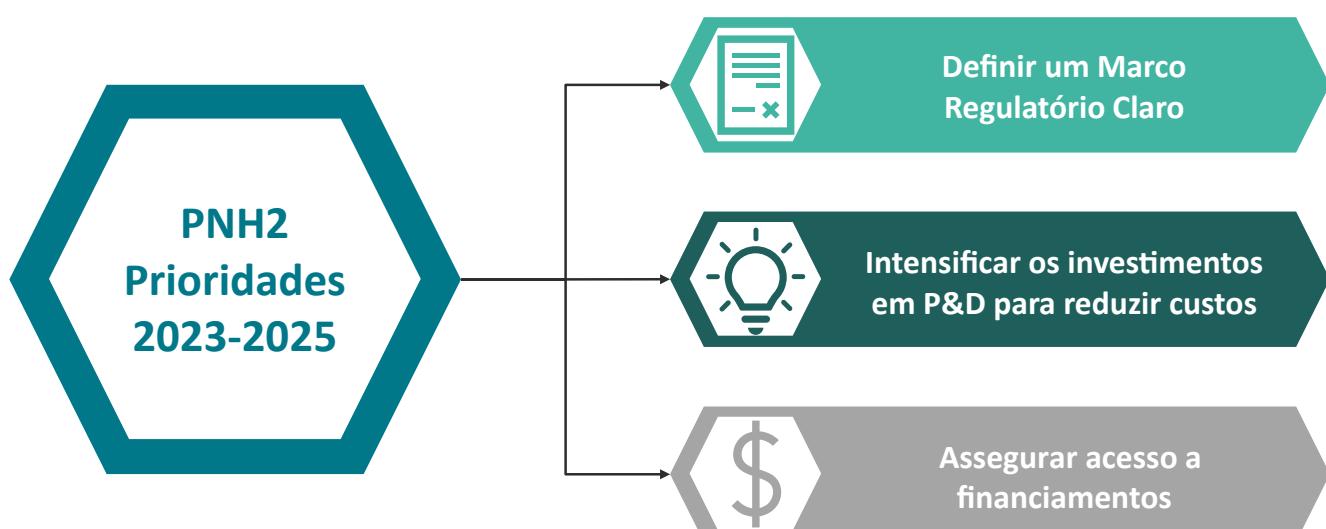
## 5.6 Educação e PD&I

Um dos principais pilares da implantação do hidrogênio verde em todo o mundo é o aumento dos investimentos em P&D para alcançar reduções significativas de custos e solucionar problemas operacionais existentes (ex: transporte do hidrogênio sem transformação em amônia). Na figura 33, vemos alguns dos exemplos de áreas de pesquisa ligadas ao hidrogênio verde pelo mundo.



MPVE Figura 33 – Exemplos de Linhas de Pesquisa em H2V

Em nível federal, o Brasil tem se posicionando na área de treinamento e educação, envolvimento universitário e investimentos em P&D. Em agosto de 2023 foi publicado o Plano de Trabalho Trienal 2023-2025 do Programa Nacional de Hidrogênio (PNH2), coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (figura 34).



Fonte: PNH2

Figura 34 – Prioridades do PNH2

Além disso várias iniciativas ligadas à formação universitária, envolvimento de universidades nacionais e P&D privado vêm ocorrendo, como mostra a figura 35.



Fonte: Hydrogen Central

MPVE Figura 35 – Envolvimento da Academia e de Centros de P&D Privados

É importante observar que existem algumas tecnologias que estão avançando rapidamente no mundo, como os eletrolisadores, e que faz mais sentido contar com parceiros externos. Na figura 36, mostramos um destes possíveis parceiros, o International PtX Hub.

Na hora certa – Treinamento em Hidrogênio Verde e PtX no Brasil	
<b>Companhia</b> 	<b>Descrição</b> O Global Power-to-X (PtX) Hub é uma iniciativa abrangente projetada para promover o desenvolvimento e a integração de mercado de tecnologias sustentáveis Power-to-X. É uma plataforma de conhecimento e intercâmbio que faz parcerias com países com condições favoráveis para soluções verdes de hidrogênio e PtX. Eles visam descarbonizar setores e fornecer treinamento e capacitação por meio de webinars, workshops e ferramentas interativas, além de prestar serviços de consultoria aos governos para desenvolver com sucesso uma economia de hidrogênio verde
	<div><b>Foco e atividades-chave</b> Foco na educação de setores difíceis de descarbonizar através de workshops, viagens de estudo etc.</div> <div><b>Presença Mundial</b> Presente em 13 países do mundo em todos os continentes</div> <div><b>Origem</b> O PtX Hub é liderado pelo Ministério Federal Alemão para Assuntos Econômicos e Ação Climática</div>
	<i>"Após a publicação do Plano Nacional de Energia, foi proposta uma estratégia 'arco-íris' considerando o hidrogênio para realizar todo o potencial do Brasil."</i>

Fonte: International PtX Hub

MPVE Figura 36 – Iniciativa PtX Hub

Para que o Ceará seja bem-sucedido em P&D, é crucial que haja um envolvimento da Academia local. Existem várias universidades importantes no estado e o ITA (Instituto Tecnológico da Aeronáutica) anunciou que criará o primeiro campus, fora de São José dos Campos em Fortaleza, focando no tema de energia. (Figura 37).



MPVE Figura 37 – Universidades com Presença no Ceará

Uma área de estudo tão nova gera várias possibilidades para novas empresas. O Ceará deve incentivar a criação de startups, bem como promover a integração entre a academia e os novos empreendedores.

No caso do Ceará, vemos a necessidade de o estado estabelecer um cronograma claro de formação, educação, envolvimento universitário e pesquisa e desenvolvimento. Nas figuras 38 e 39 estão descritos os cronogramas do Plano de Ação.

Categorias	Atividades-chave	2024						2025											
		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Educação e PD&I	Nomear responsável pelo contato com universidades e centros de pesquisa																		
	<b>Envolvimento Universitário:</b> Selecionar Universidades e Institutos de Pesquisa prioritários para parcerias (ITA, UFCE e internacionais...)																		
	<b>Envolvimento Universitário:</b> Criar fórum para debater papéis universitários																		
	<b>P&amp;D:</b> Definir foco e orçamento de pesquisa																		
	<b>Educação:</b> Colaborar com universidades para introduzir cursos especializados em tecnologias de hidrogênio.																		
	<b>Envolvimento Universitário:</b> Fazer parcerias com universidades locais para criar grupos de pesquisa e laboratórios dedicados à tecnologia do hidrogênio.																		
	<b>P&amp;D:</b> Criar centros de pesquisa dedicados ao hidrogênio e tecnologias de energia renovável.																		

MPVE Figura 38 – Educação e PD&I na Fase “Iniciar”

Categorias	Atividades-chave	2024																
		Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
Educação e PD&I	<b>Educação:</b> Implementar programas de pós-graduação e bolsas de pesquisa em tecnologias de hidrogênio																	Manter/Aprimorar
	<b>Envolvimento Universitário:</b> Estabelecer programas de intercâmbio com universidades e instituições de pesquisa internacionais.																	Manter/Aprimorar
	<b>P&amp;D:</b> Ampliar projetos-piloto e iniciar projetos de demonstração maiores.																	Manter/Aprimorar
	<b>Educação:</b> Criar institutos de pesquisa especializados dentro de universidades focados em hidrogênio e energia renovável.																	Manter.
	<b>Envolvimento Universitário:</b> Promover iniciativas multidisciplinares de pesquisa envolvendo engenharia, ciência ambiental e economia.																	Manter.
	<b>P&amp;D:</b> Implementar projetos de hidrogênio verde em larga escala com aplicações práticas em indústrias e transportes. Estabelecer hubs de inovação e incubadoras para apoiar startups no setor de hidrogênio.																	Manter.
	<b>Educação:</b> Alcançar o reconhecimento global dos programas educacionais cearenses em tecnologia do hidrogênio.																	Manter.
	<b>Envolvimento Universitário:</b> Solidificar a posição do Ceará como uma região líder em pesquisa e educação em hidrogênio. Sediar conferências e simpósios internacionais sobre tecnologia de hidrogênio.																	Manter.
	<b>P&amp;D:</b> Focar na otimização e comercialização de tecnologias de hidrogênio desenvolvidas durante as fases anteriores.																	Manter.
																		cont.

MPVE Figura 39 – Educação e PD&amp;I nas Fases “Aprender/Expandir”

## 5.7 Formação e treinamento de mão de obra

A competitividade da indústria passa também pelo desenvolvimento de uma mão de obra técnica em quantidade e qualidade adequadas para o desafio. O SENAI e o Instituto Euvaldo Lodi (IEL) serão dois pilares desta formação profissional. O SENAI inclusive já montou o Curso de Técnico em Hidrogênio Verde com foco em tecnologia de produção, segurança e manutenção. Na figura 40, temos exemplos de alguns cursos oferecidos pelo SENAI. O cronograma das ações identificadas está nas figuras 41 e 42.



Exemplo de instituições formadoras de mão de obra



Durante a fase de implantação do Capex serão criados 50 mil ou mais novos postos de trabalho ligados ao hidrogênio verde

MPVE Figura 40 – Cursos do SENAI sobre H2V



MPVE Figura 41 – Formação/Treinamento de mão de obra-Fase “Iniciar”



MPVE Figura 42 – Formar/Treinar mão de Obra-Fases “Aprender/Expandir”

## 5.8 Acesso a capital

Para que o Hub de hidrogênio verde se torne realidade, é fundamental a existência de recursos financeiros, sejam eles advindos de empréstimos, investimentos ou mesmo financiamentos. Na figura 43, vemos como diversos países e regiões têm buscado solucionar esta questão.

Serviços financeiros	Bancário	Facilitar empréstimos verdes/ linhas de crédito	Descrição	Exemplos de países
		Garantias de risco apoiadas pelo governo	Introduzir garantias de risco apoiadas pelo governo para reduzir o risco financeiro.	
		Títulos Verdes para Finanças Sustentáveis	Incentivar a emissão de títulos verdes voltados especificamente para a infraestrutura de hidrogênio.	
	Investimentos	Parcerias Público-Privadas	Desenvolver o mercado e agregar expertise através de PPP.	
		Atrair IED <sup>1</sup>	Promover a região como um local privilegiado para o investimento em hidrogênio verde para atrair IED.	
		Incentivos fiscais e ZF <sup>2</sup>	Incentivar os investidores fornecendo incentivos fiscais sempre que possível e alavancar a ZF.	
		Fundos de Investimento Verde	Investimentos de capital, financiamento de dívida ou financiamento misto para projetos de hidrogênio verde.	
		Banco de Hidrogênio Verde	Realizar leilões para financiar apenas as iniciativas mais promissoras de hidrogênio verde.	
		Créditos de Carbono e Comércio	Desenvolver créditos de emissões de carbono que possam ser negociados para compensar as emissões.	

<sup>1</sup> Investimento Estrangeiro Direto, <sup>2</sup> Zonas Francas

Fonte: EU ETS, European Hydrogen Bank, European Investment Bank, Export Development Canada, HSBC Sustainable Financing

MPVE Figura 43 – Iniciativas para Atrair Recursos Financeiros

Parceiros públicos e privados no exterior desempenham um papel no desenvolvimento de esquemas sustentáveis de financiamento nos quais o Ceará pode atuar como integrador e facilitador. Na figura 44, mostramos ações que devem ser executadas em curto, médio e longo prazo, no tema de recursos financeiros.

	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Banco	<ul style="list-style-type: none"> <li>Criar parceria com bancos locais (Banco do Brasil, Caixa Econômica Federal...);</li> <li>Iniciar com o BNDES e autoridades estaduais;</li> <li>Desenvolver estrutura de títulos verdes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expandir o alcance e aumentar a conscientização sobre empréstimos verdes;</li> <li>Implementar e promover sistemas de garantia de risco;</li> <li>Emitir primeira rodada de títulos verdes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integrar empréstimos verdes nos principais serviços bancários;</li> <li>Monitorar e refinar esquemas com base no feedback;</li> <li>Comoditizar os títulos verdes.</li> </ul>
Investimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar e engajar potenciais parceiros privados;</li> <li>Organizar fóruns e cúpulas internacionais de investimento;</li> <li>Negociar com as autoridades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lançar os primeiros projetos de PPP;</li> <li>Assegurar os primeiros compromissos em acordos vinculativos;</li> <li>Implementar e promover incentivos e ZFM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Institucionalizar PPPs no desenvolvimento de hidrogênio verde;</li> <li>Aproveitar projetos bem-sucedidos para atrair IED adicional;</li> <li>Refinar incentivos.</li> </ul>
Financiamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estabelecer fundo de investimento verde;</li> <li>Desenvolver conceito e plano de negócios de um banco/leilão de hidrogênio verde;</li> <li>Promover o comércio de carbono.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expandir o alcance de capital e investimento;</li> <li>Lançar banco de hidrogênio verde e realizar primeiros leilões;</li> <li>Lançar o mercado de comércio de carbono.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Institucionalizar o fundo como peça-chave no financiamento do hidrogênio verde;</li> <li>Expandir o financiamento bancário;</li> <li>Expandir o mercado, aumentar as sanções e reduzir o subsídio.</li> </ul>

Fonte: Banco do Brasil, BNDES, EU ETS, European Hydrogen Bank, European Investment Bank

MPVE Figura 44 – Possíveis Ações para Atrair Capital

Nas figuras 45 e 46, estão descritas as principais práticas a serem realizadas no Plano de Ação.



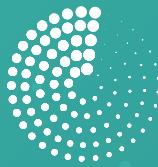
MPVE Figura 45 – Prover Acesso a Capital - Fase “Iniciar”



MPVE Figura 46 – Prover Acesso a Capital - Fases “Aprender/Expandir”

Realização:

OBSERVATÓRIO  
DA INDÚSTRIA  
CEARÁ



*Sistema*  
**FIEC**  
SESI/SENAI/IEL

 **ADECE**  
AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO CEARÁ S.A.



**CEARÁ**  
GOVERNO DO ESTADO

Apoio Técnico

  
**IXL CENTER**