



# 12 insights sobre Hidrogênio

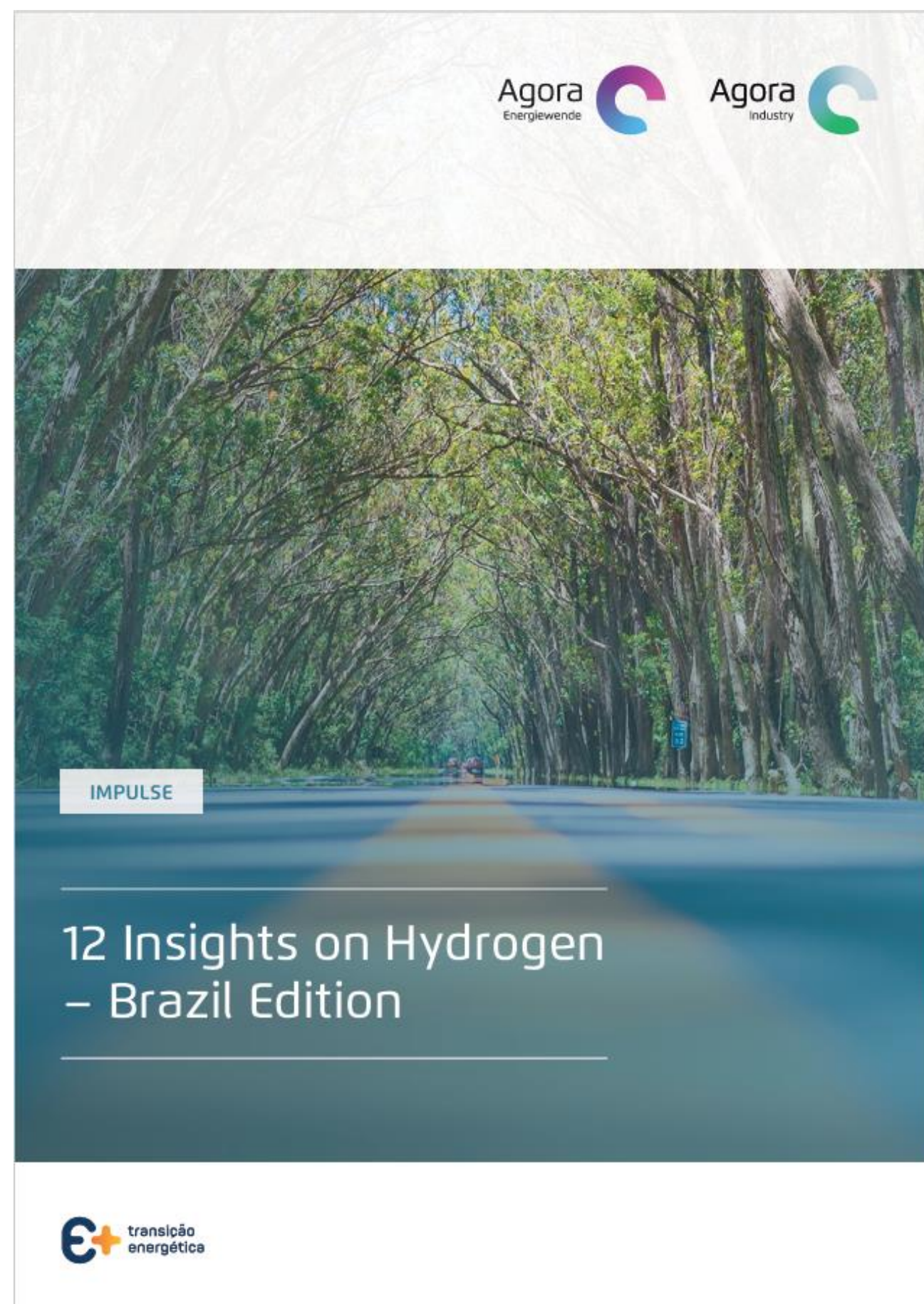
## Edição Brasil



# APRESENTAÇÃO Relatório



## Em inglês



## Em português



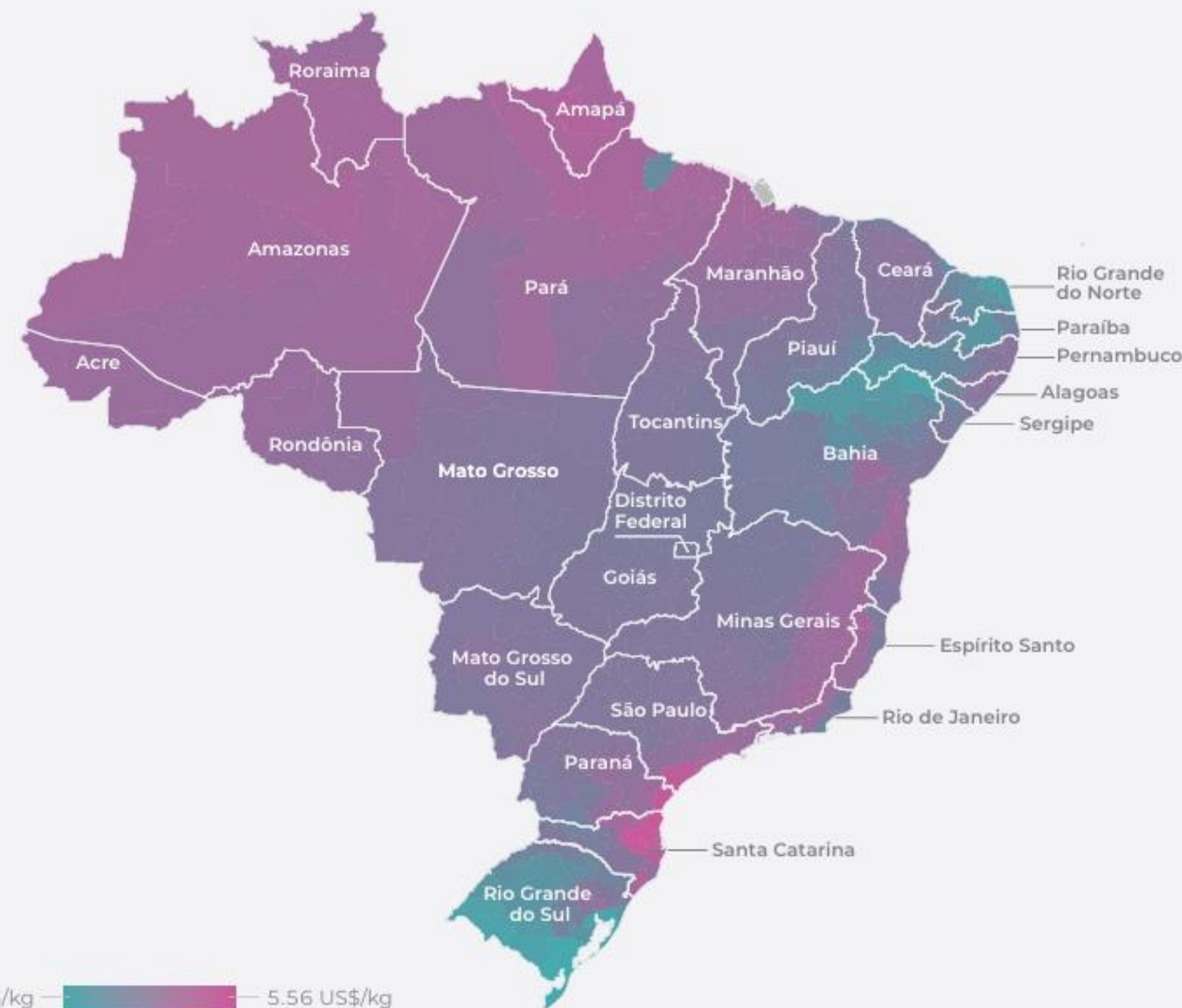


## PRINCIPAIS Mensagens

**Os vastos recursos energéticos brasileiros, junto a um experiente setor industrial, posicionam o país como um dos potenciais polos mundiais para a produção e comércio de produtos power-to-x (PtX).**

Os recursos energéticos e naturais brasileiros são atrativos para a produção de hidrogênio e produtos PtX, podendo atingir custos competitivos em 2030

FIGURA 4. Custo Nivelado do Hidrogênio (LCOH) para produção híbrida (solar e eólica) em regiões selecionadas do Brasil, 2030



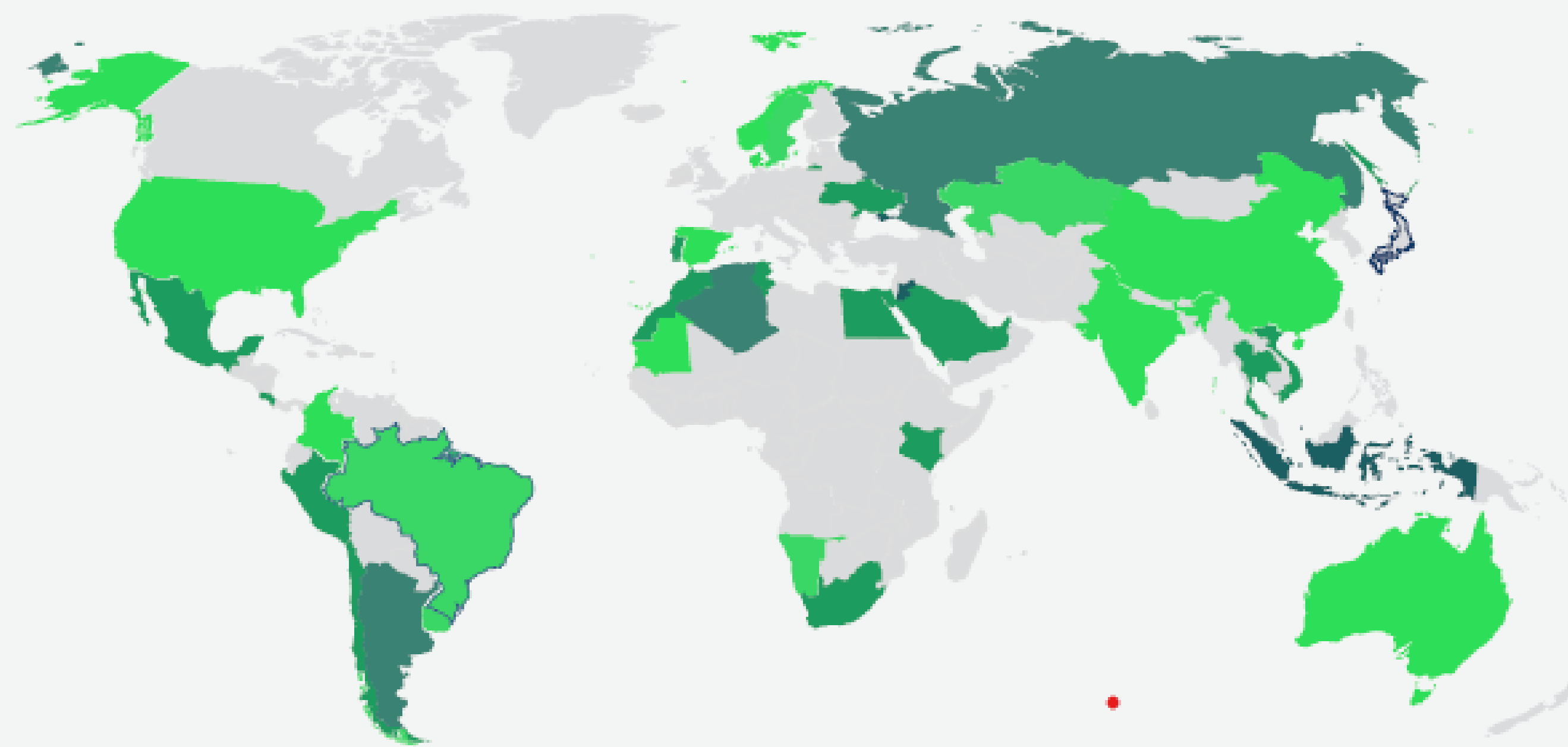
Agora Energiewende and Agora Industry (2023)





# PRINCIPAIS Mensagens

Figura 16. Custos totais de exportação de ferro verde para o Japão, 2030



815 US\$/t de Ferro verde —  — 487 US\$/t de Ferro verde

Criado com PtX Business Opportunity Analyzer v1.0.9 (Oeko-Institut, Agora Energiewende & Agora Industry 2023), usando configurações de parâmetros padrão. Este mapa é fornecido apenas para fins de ilustração. Os limites mostrados neste mapa não implicam qualquer endosso ou aceitação pelos desenvolvedores da ferramenta.



PRINCIPAIS  
**Mensagens**



# O uso direto de energia renovável deve ser priorizado, com o hidrogênio desempenhando papel complementar

O hidrogênio e produtos PtX devem ser destinados a setores-chave como indústria, navegação e aviação, em que a eletrificação direta ou uso direto de biometano de biomassa residual não se apresentam como a melhor alternativa.

## Avaliação global

Moléculas verdes são necessárias?	 Indústria	 Transporte	 Setor elétrico	 Edificações
<b>Nenhum arrependimento</b>	<b>Non-energy use<sup>1</sup>:</b> · Agentes de redução (Aço DRI) · Matéria-prima (amônia, químicos)	Aviação de longa distância Transporte marítimo	Backup de energia renovável, dependendo da participação eólica e solar e da estrutura de demanda sazonal.	Grades de aquecimento (carga de calor residual <sup>2</sup> ).
<b>Controversa</b>	Calor de alta temperatura	Caminhões e ônibus <sup>3</sup> Aviação e transporte de curta distância Trens <sup>4</sup> Maquinário móvel não rodoviário	Tamanho absoluto da necessidade a depender de outras opções de flexibilidade e armazenamento.	
<b>Má ideia</b>	Calor de baixa temperatura	Carros Veículos leves		Aquecimento no nível de edifícios.

<sup>1</sup> Depois de usar energia renovável, calor ambiente e calor residual o máximo possível. Especialmente relevante para grandes sistemas de aquecimento urbano existentes com altas temperaturas de fluxo. Observe que, de acordo com o Formato de Relatório Comum (CRF) da UNFCCC, o aquecimento urbano é classificado como parte do setor de energia.

<sup>2</sup> Produção em série atualmente mais avançada em eletricidade do que em hidrogênio para veículos pesados e ônibus. O hidrogênio aplicado a veículos pesados a ser implantado neste momento apenas em locais com sinergias (portas, clusters industriais).

<sup>3</sup> Dependendo da distância, frequência e opções de fornecimento de energia.

Agora Energiewende and Agora Industry, 2021

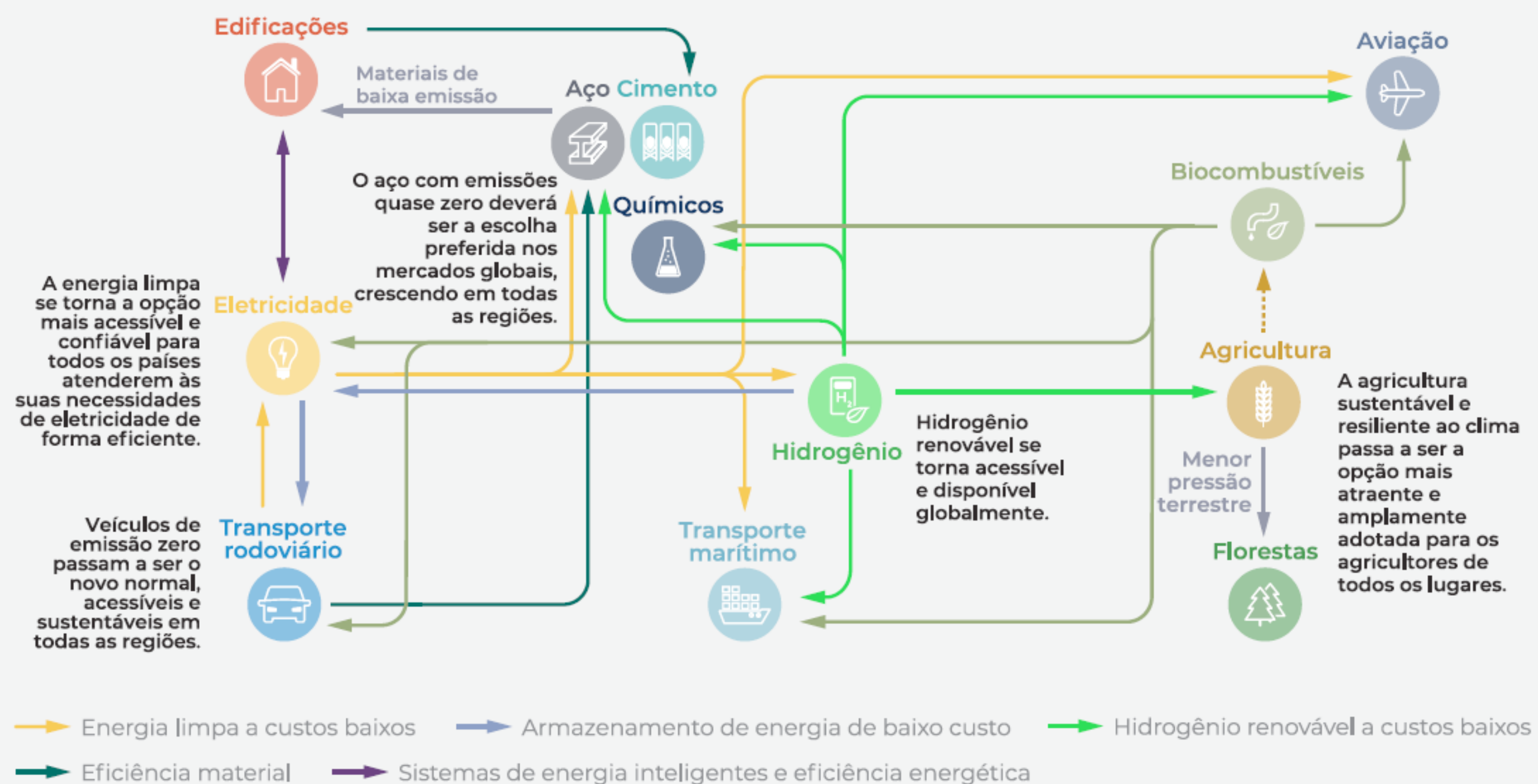


# É necessário avaliar a complementariedade de recursos e o potencial de hidrogênio em cada região do Brasil para aproveitar suas capacidades singulares

A vastidão do território brasileiro oferece oportunidades de explorar caminhos tecnológicos diversos para o desenvolvimento industrial e a produção de produtos PtX a partir da diversidade de energias e recursos naturais do país.



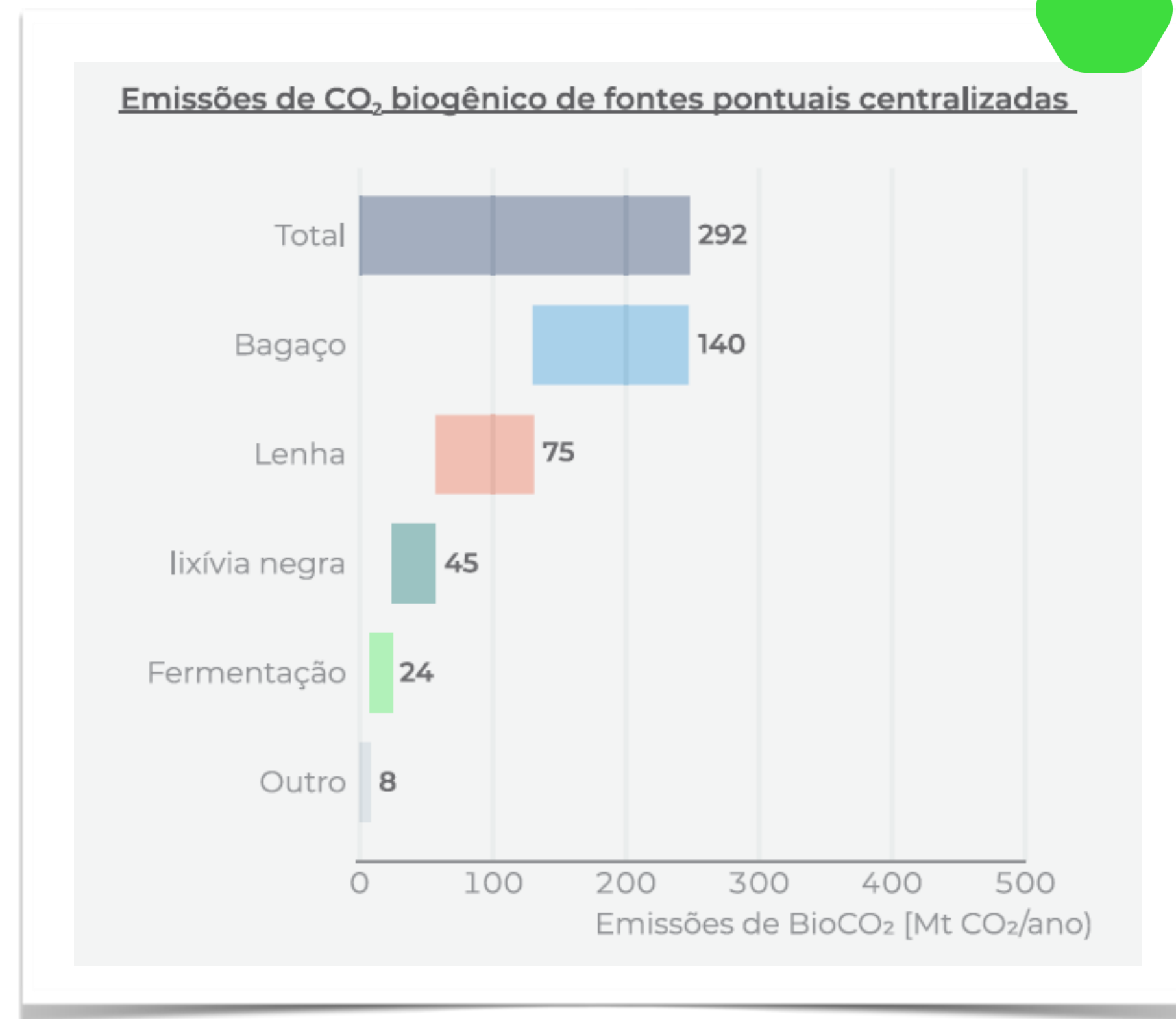
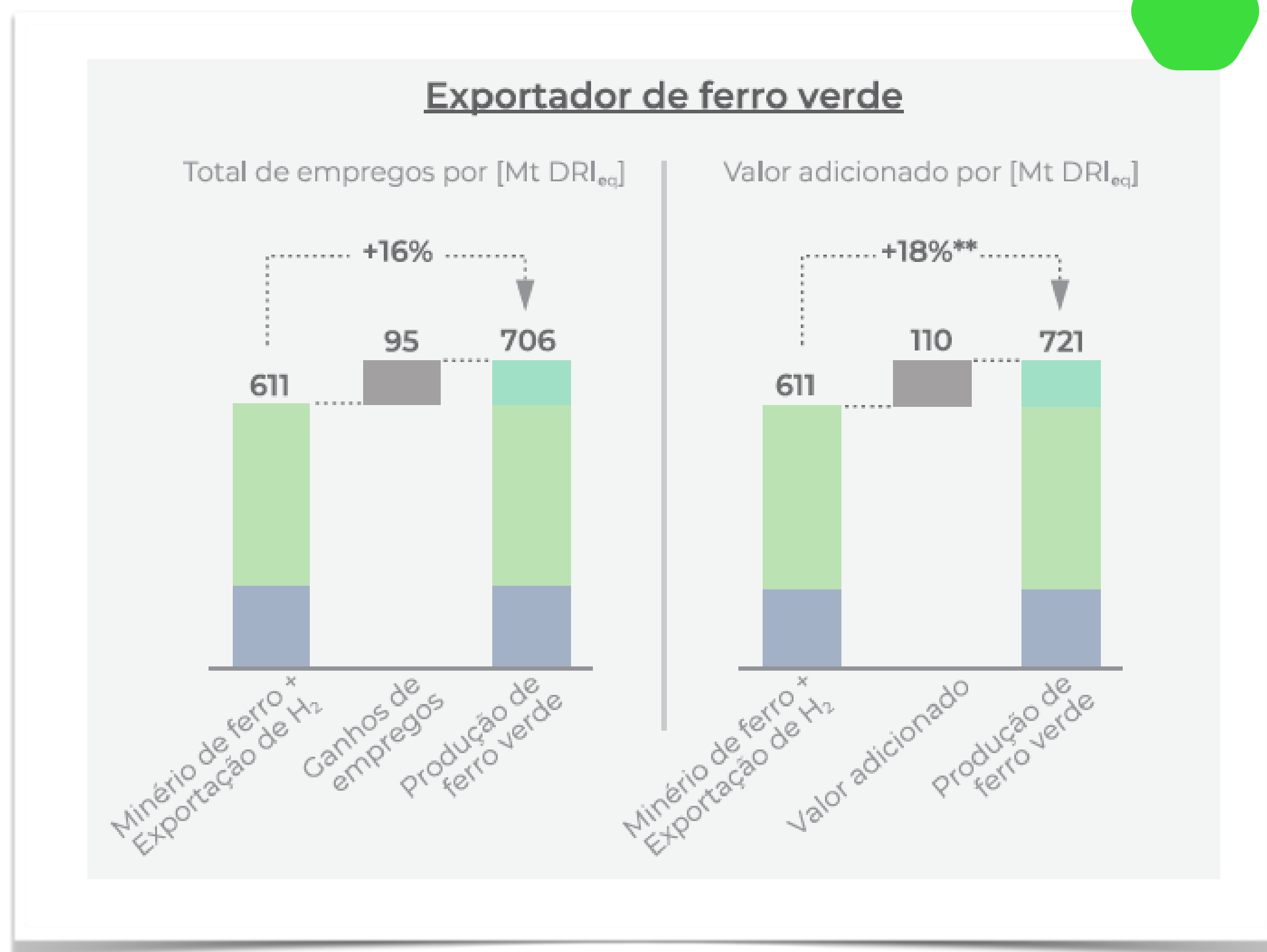
Figura 14. A transição energética como uma mudança em todo o sistema: como ações em cada setor podem contribuir para o progresso dos demais até 2030



Fonte: (IEA-IRENA-UN, 2023)



**Por conta de sua relevância na geopolítica internacional, o Brasil pode vir a ser um líder no avanço da agenda de descarbonização industrial e no desenvolvimento de parcerias estratégicas para um mercado global de PtX.**





# Obrigado!

**Email de contato:**

**[stefania.relva@emaisenergia.org](mailto:stefania.relva@emaisenergia.org)**  
**[fabian.barrera@agora-industrie.de](mailto:fabian.barrera@agora-industrie.de)**







# Resumo executivo

## Principais tópicos



ESTRUTURA

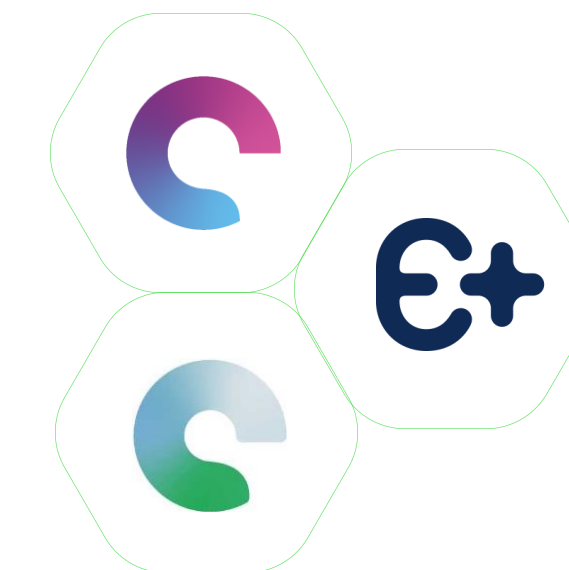
# Escopo Geral

E+

H<sub>2</sub>

## INTRODUÇÃO

Overview do contexto energético brasileiro  
Hidrogênio como um driver para a Neointustrialização  
A contribuição brasileira pra a descarbonização global



### INSIGHT 1 Recursos Renováveis

Grande disponibilidade de renováveis, distribuição e complementariedade dos recursos renováveis e uso do H<sub>2</sub> para flexibilidade.

### INSIGHT 2 Eletrificação, energia renovável, H<sub>2</sub>

A eletrificação é fundamental na descarbonização, mas em certas aplicações, como nos setores industrial e de transporte, dependerá também do hidrogênio, além do biometano.

### INSIGHT 3 Infraestrutura

H<sub>2</sub> requer reforços da infraestrutura (grid e gasodutos), adequação de portos. PtX deve fazer parte do planejamento energético.

### INSIGHT 4 Hidrogênio Fóssil + CCS

O H<sub>2</sub> fóssil + CCS poderá ser uma tecnologia ponte no Brasil, mas é preciso evitar strand assets e vazamentos de metano e H<sub>2</sub>

### INSIGHT 5 Setor de transportes

Os biocombustíveis são a principal estratégia brasileira para descarbonização do setor de transportes. H<sub>2</sub> pode ter mercado de nicho.

### INSIGHT 6 Bioenergia

Haverá espaço no mercado para o CO<sub>2</sub> biogênico para a produção PtX. Brasil deve se beneficiar se manter as emissões residuais baixas.

ESTRUTURA

# Escopo Geral



## INSIGHT 7 Setores Industriais

O Brasil pode ampliar e modernizar a sua indústria a partir do H2 e exportar produtos verdes de maior valor agregado

## INSIGHT 8 Planejamento Integrado

É preciso abordar o desenvolvimento da indústria de H2 a partir de um planejamento integrado de diversos setores - indústria, energia, transportes, infraestrutura - com avaliação social e ambiental

## INSIGHT 9 Financiamento

A produção de hidrogênio deve ser vista não apenas como uma questão energética, mas também climática, de modo a abrir caminho para uma combinação de instrumentos de financiamento.

## INSIGHT 10 Mercado Externo

O Brasil pode exportar produtos com valores competitivos ao mercado europeu e asiático, apesar das distâncias.

## INSIGHT 11 Certificação

O Brasil já avançou na certificação do H2. É preciso discutir globalmente os modelos de certificação, com a opção de certificação tecnologicamente neutra.

## INSIGHT 12 P&D&I

O Brasil tem um grande histórico de P&D em hidrogênio, é necessário integrar e rastrear os estudos e iniciativas, e desenvolver parcerias internacionais para reduzir a dependência tecnológica.



### INFOBOX 1 **NDCs brasileiras**

Retomada das NDCs e explicação do perfil de emissões brasileiras. Destaque para a baixa participação da energia nas emissões.

### INFOBOX 2 **Hidrogênio de baixa emissão**

Definição do H<sub>2</sub> por quantidade de carbono ao invés de por sistema de cores. Hidrogênio renovável é aquele produzido por TODAS as fontes renováveis.

### INFOBOX 3 **Vazamento de metano e hidrogênio**

Falta de regulação e estimativas de vazamento; necessidade de estabelecer procedimentos; potencial do H<sub>2</sub> de prolongar a vida útil de GEE.

### INFOBOX 4 **Descarbonização do transporte**

Breve histórico e caracterização do setor: uso de biodiesel, Proálcool, Combustível do Futuro, resistência do setor de biocombustíveis à eletrificação.

### INFOBOX 5 **Certificação da CCEE**

Especificações da primeira versão da certificação da CCEE – modalidade, correlação temporal, dentre outros detalhes.

### INFOBOX 6 **P&D&I**

Mapeamento das iniciativas brasileiras: chamadas de P&D ANEEL, laboratórios de universidades e do SENAI.

# Insight 1



**O Brasil está bem posicionado para produzir hidrogênio renovável devido à abundância de recursos renováveis a custos competitivos**

## **TÓPICO 1**

Abundância, sazonalidade, complementariedade dos recursos renováveis no Brasil.

## **TÓPICO 2**

Desafios com as mudanças climáticas – redução e menor previsibilidade do despacho hídrico.

## **TÓPICO 3**

Espera-se que o hidrogênio renovável e a produção de PtX contribuam para a flexibilidade do sistema para acoplamento do setor elétrico ao industrial: produzindo H<sub>2</sub> com excedente de renováveis para uso nas industriais.



# Insight 1



## O Brasil está bem posicionado para produzir hidrogênio renovável devido à abundância de recursos renováveis a custos competitivos

FIGURA 2. Comparação das matrizes energéticas e elétricas: Brasil, mundo e OCDE.

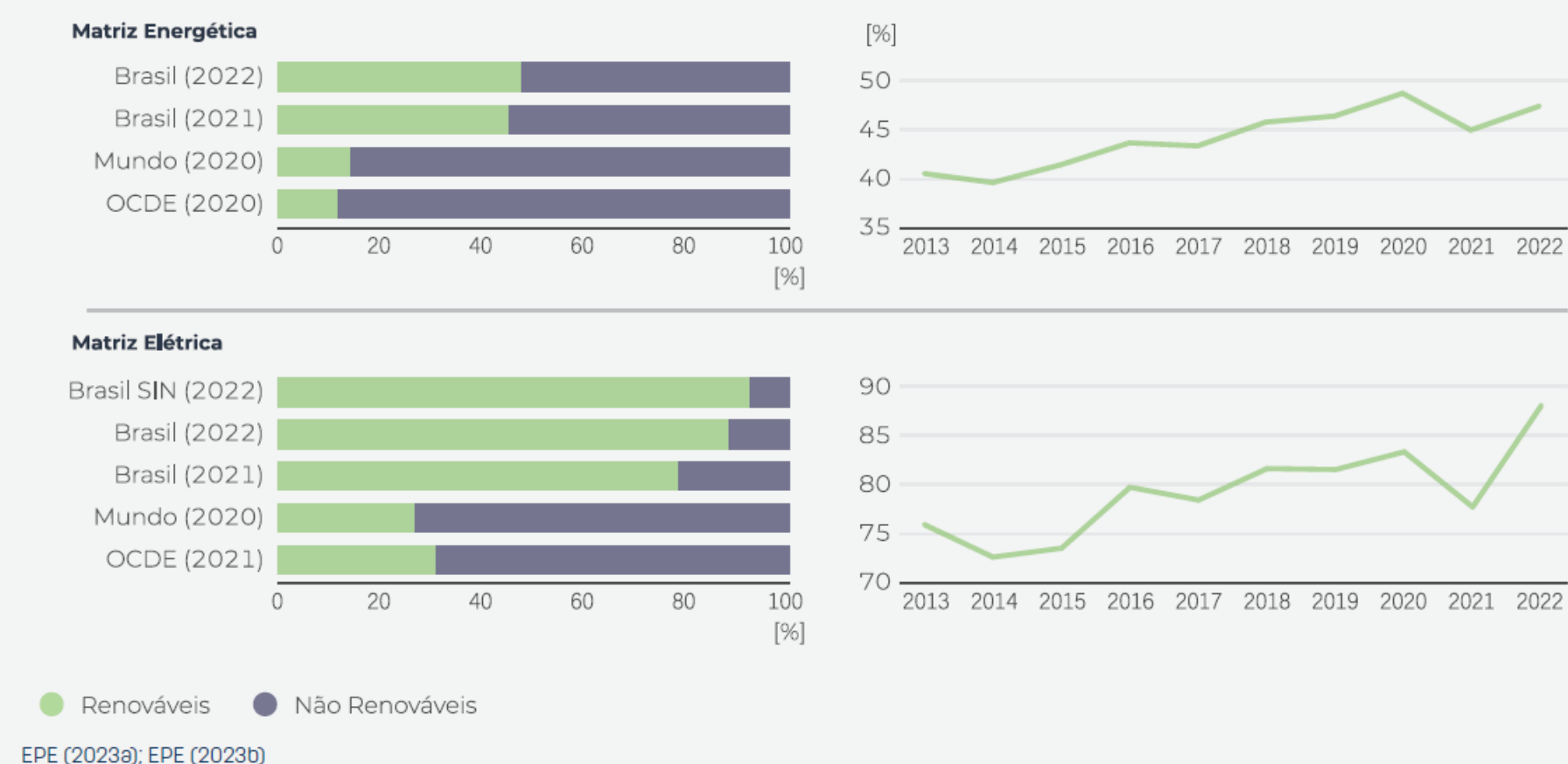
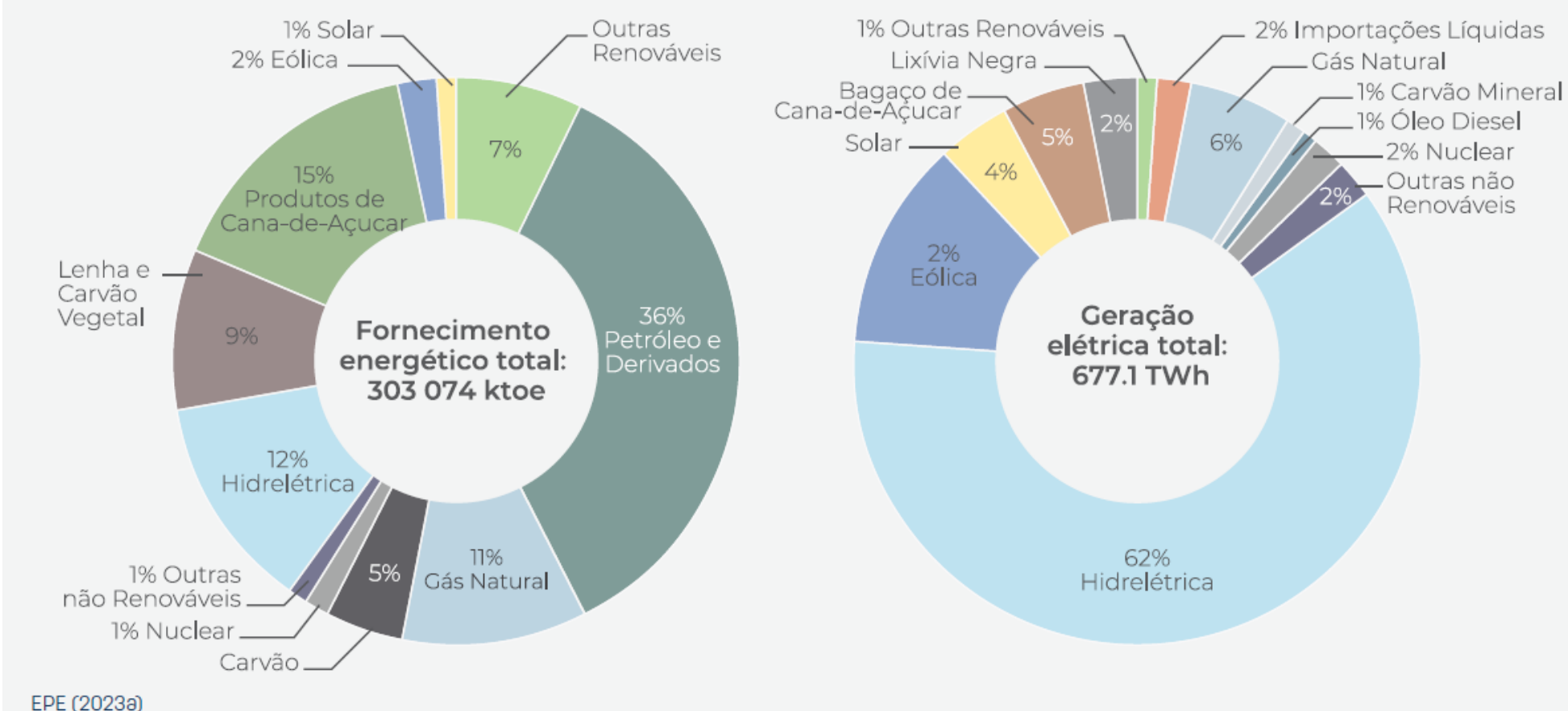


FIGURA 3. Suprimento e geração de eletricidade total do Brasil, 2022



## Insight 2



# O hidrogênio renovável é uma alternativa para descarbonizar aplicações em que o uso direto de eletricidade renovável é inviável

### TÓPICO 1

A eletrificação é fundamental na descarbonização, mas em certas aplicações, especialmente nos setores industrial e de transporte, a descarbonização dependerá também do hidrogênio. A energia renovável deve ser priorizada para a geração de eletricidade e não de H2.

Moléculas verdes são necessárias?	Indústria	Transporte	Setor elétrico	Edificações
Nenhum arrependimento	<b>Non-energy use<sup>1</sup>:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>· Agentes de redução (Aço DRI)</li><li>· Matéria-prima (amônia, químicos)</li></ul>	Aviação de longa distância Transporte marítimo	Backup de energia renovável, dependendo da participação eólica e solar e da estrutura de demanda sazonal.	Grades de aquecimento (carga de calor residual <sup>2</sup> ).
Controversa	Calor de alta temperatura	Caminhões e ônibus <sup>3</sup> Aviação e transporte de curta distância Trens <sup>4</sup> Maquinário móvel não rodoviário	Tamanho absoluto da necessidade a depender de outras opções de flexibilidade e armazenamento.	
Má ideia	Calor de baixa temperatura	Carros Veículos leves		Aquecimento no nível de edifícios.

<sup>1</sup> Depois de usar energia renovável, calor ambiente e calor residual o máximo possível. Especialmente relevante para grandes sistemas de aquecimento urbano existentes com altas temperaturas de fluxo. Observe que, de acordo com o Formato de Relatório Comum (CRF) da UNFCCC, o aquecimento urbano é classificado como parte do setor de energia.

<sup>2</sup> Produção em série atualmente mais avançada em eletricidade do que em hidrogênio para veículos pesados e ônibus. O hidrogênio aplicado a veículos pesados a ser implantado neste momento apenas em locais com sinergias (portas, clusters industriais).

<sup>3</sup> Dependendo da distância, frequência e opções de fornecimento de energia.

Agora Energiewende and Agora Industry, 2021



## Insight 2

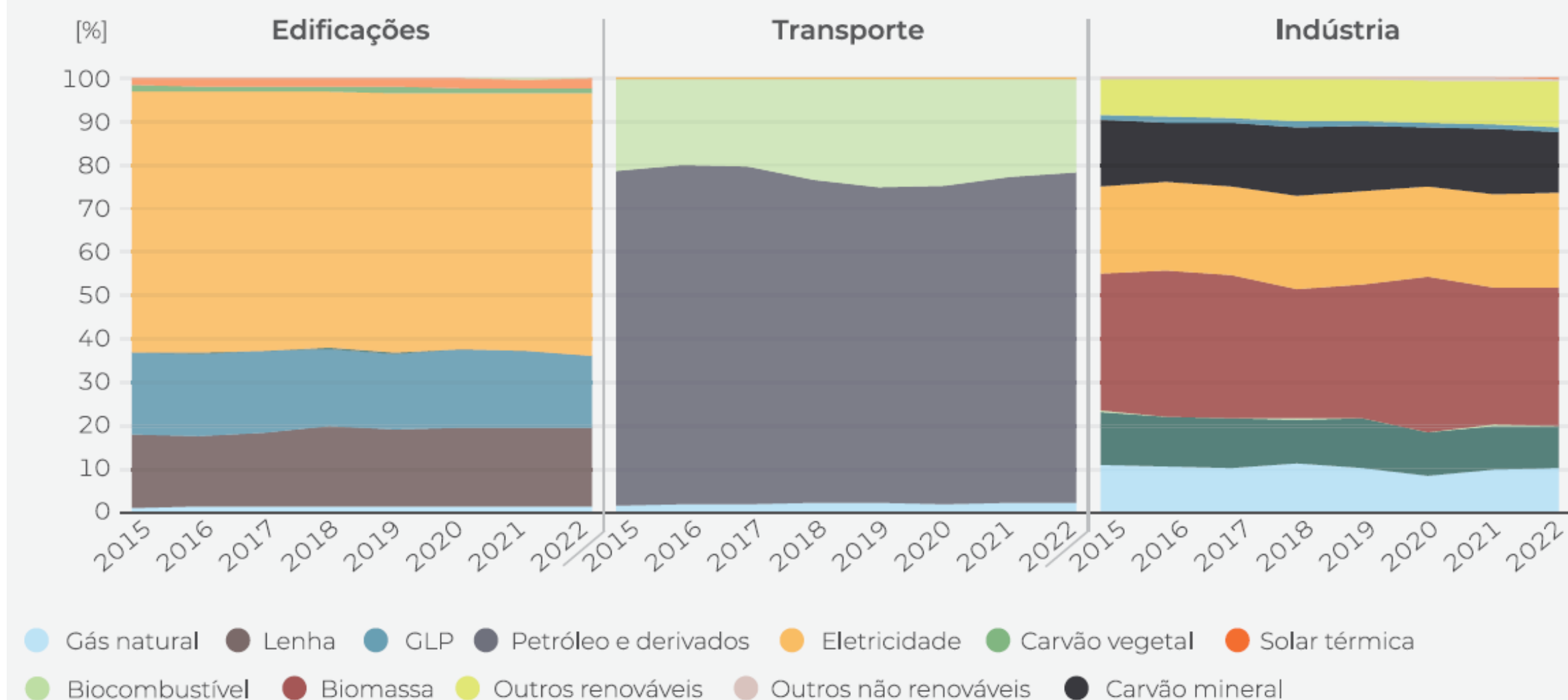


O hidrogênio renovável é uma alternativa para descarbonizar aplicações em que o uso direto de eletricidade renovável é inviável

### TÓPICO 2

Aumento da eletrificação na indústria, nas edificações e nos transportes em médio/longo prazo em conjunto com biocombustíveis pode descarbonizar ainda mais a matriz energética.

FIGURA 6. Participação de energéticos no consumo final, por setor, 2015-2022



EPE (2023a)





## Insight 3



# A infraestrutura será fundamental e a produção de hidrogênio de baixas emissões deverá ser integrada aos planos energéticos de médio e longo prazos

### TÓPICO 1

O Brasil precisa desenvolver a cadeia de transporte e armazenamento de hidrogênio; a robustez do setor elétrico favorece que a energia renovável seja transmitida para produção do H2 próximo ao ponto de demanda.

### TÓPICO 2

A rede de gasodutos é limitada principalmente ao litoral e a sua interiorização é bastante onerosa. As térmicas previstas na Lei da Eletrobrás promoveriam em tese a interiorização da rede, mas de forma bastante custosa para o consumidor e desacoplada de um planejamento integrado.

### TÓPICO 3

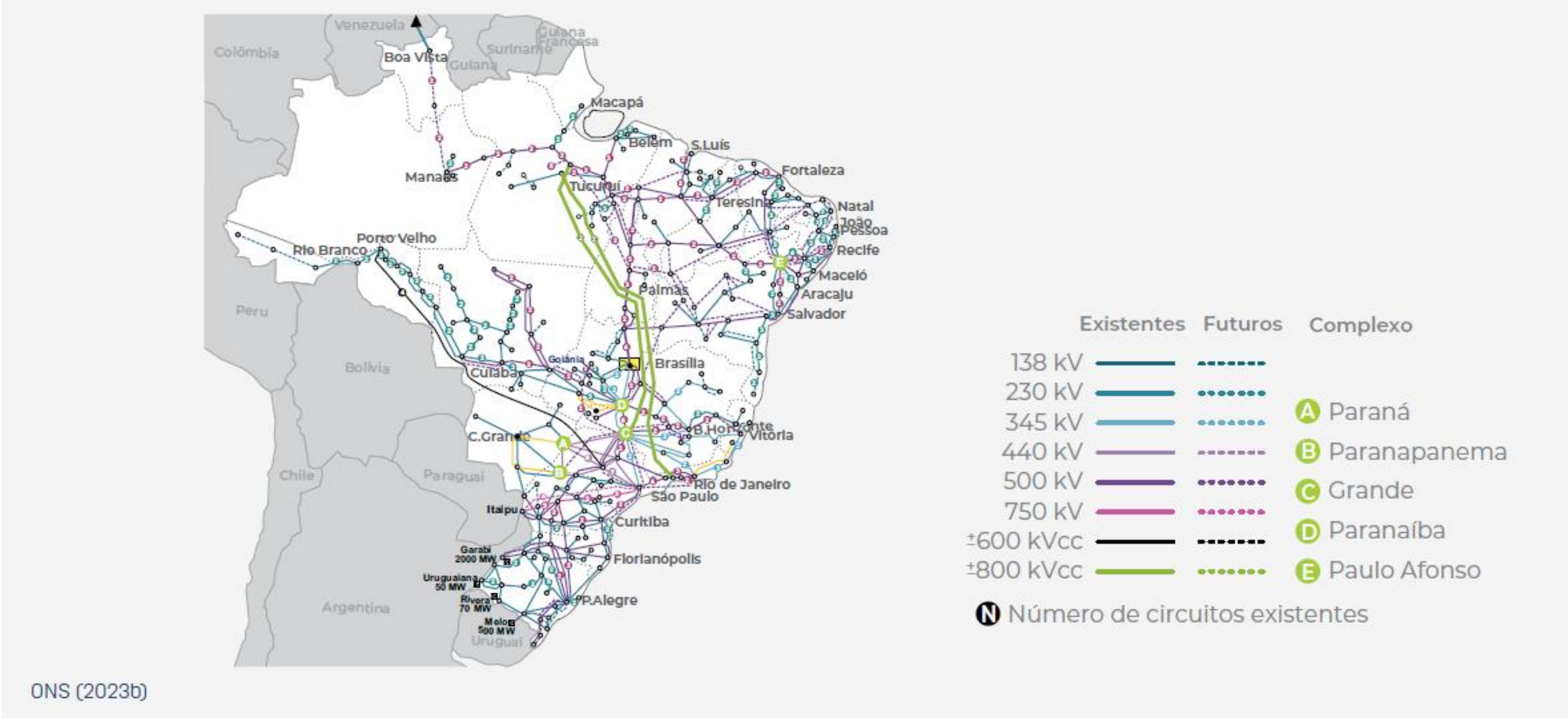
O planejamento da expansão energética no Brasil já inclui o H2, mas é desejável que as novas edições ofereçam ainda mais detalhes buscando fortalecer a atração de investimentos e garantir coordenação setorial para o desenvolvimento do mercado de hidrogênio.



# Insight 3

**A infraestrutura será fundamental e a produção de hidrogênio de baixas emissões deverá ser integrada aos planos energéticos de médio e longo prazos**

Figura 7. Sistema brasileiro de transmissão de energia



## Insight 4



O hidrogênio produzido a partir de combustíveis fósseis com captura e armazenamento de carbono (CCS) pode servir como uma tecnologia transitória, que será superada pelo hidrogênio renovável

### TÓPICO 1

O custo de H<sub>2</sub> + CCS é impactado pelas variações do custo do GN. No Brasil esse valor pode ser bem mais baixo

### TÓPICO 2

O H<sub>2</sub> fóssil com CCS poderá ser uma tecnologia ponte para a descarbonização no Brasil, mas é preciso evitar o surgimento de strand assets e há desafios regulatórios e tecnológicos para CCS.

### TÓPICO 3

É importante priorizar a sustentabilidade do uso de H<sub>2</sub> fóssil com CCS para obter benefícios de redução de emissões



FIGURA 8. Custos de H<sub>2</sub> renovável e H<sub>2</sub> a partir de combustíveis fósseis com CCS para o Brasil e a UE



● Fossil H<sub>2</sub> com CCS (BR) ● Híbrido H<sub>2</sub> Renovável (BR) ● Fossil H<sub>2</sub> com CCS (UE)

Calculado com a ferramenta Agora LCOH (2023). Horas de carga total de energia renovável: definidas com base nos estados do Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul; preço do gás natural: com base em Ministério de Minas e Energia e TTF (UE); tecnologia do H<sub>2</sub> fóssil com CCS: reforma a vapor do metano com 95% de taxa de captura de carbono; H<sub>2</sub> renovável híbrido: baseado na capacidade híbrida otimizada de energia solar fotovoltaica e eólica. Custos de armazenamento de eletricidade e hidrogênio foram considerados, mas de transporte não.

## Insight 5



# Tecnologias mais maduras podem limitar o potencial de mercado de veículos movidos a hidrogênio no Brasil

### TÓPICO 1

Biocombustíveis são a principal estratégia para a descarbonização do transporte no Brasil, inclusive com o desenvolvimento de células combustível a etanol.

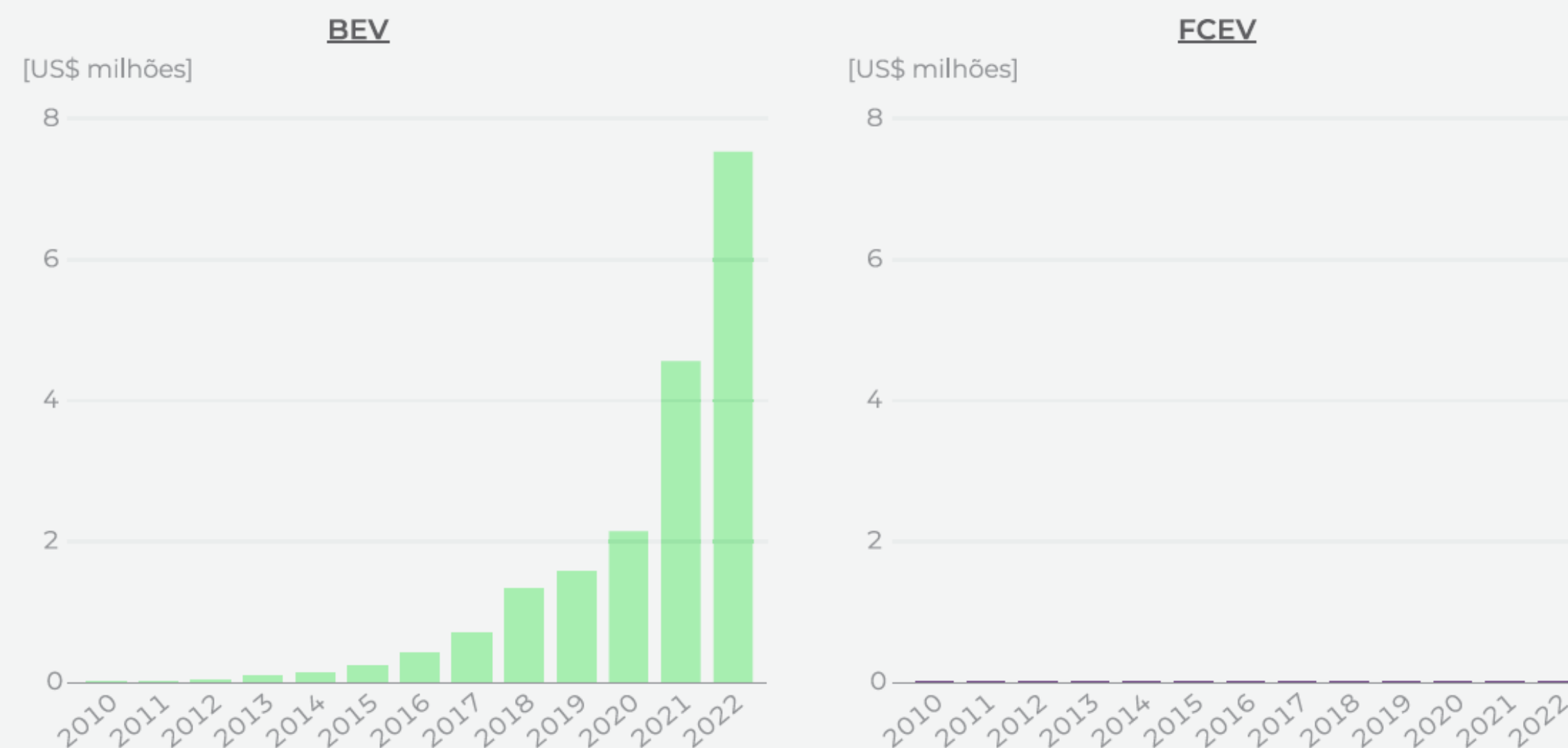
### TÓPICO 2

No longo prazo a eletrificação de parte do setor pode complementar o papel dos biocombustíveis.

### TÓPICO 3

Uso do H2 em caminhões pode ficar limitada pela falta de infraestrutura.

Figura 9. Evolução das vendas anuais globais de BEVs leves e FCEVs



BloombergNEF (2023b)



# Insight 6



## A bioenergia pode contribuir muito para o mercado de PtX no Brasil

### TÓPICO 1

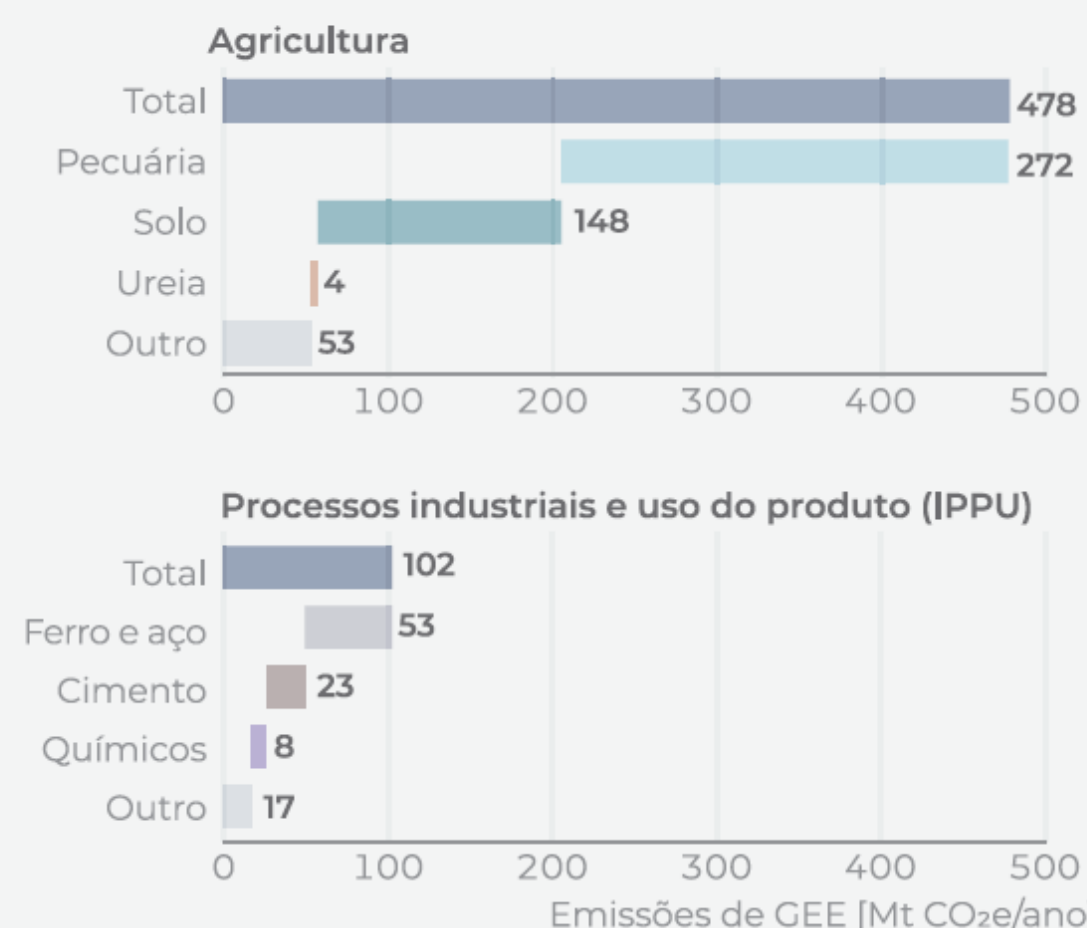
A combinação do H<sub>2</sub> com o CO<sub>2</sub> presente na biomassa poder ser insumo chave para a produção de produtos químicos de alto valor agregado.

### TÓPICO 2

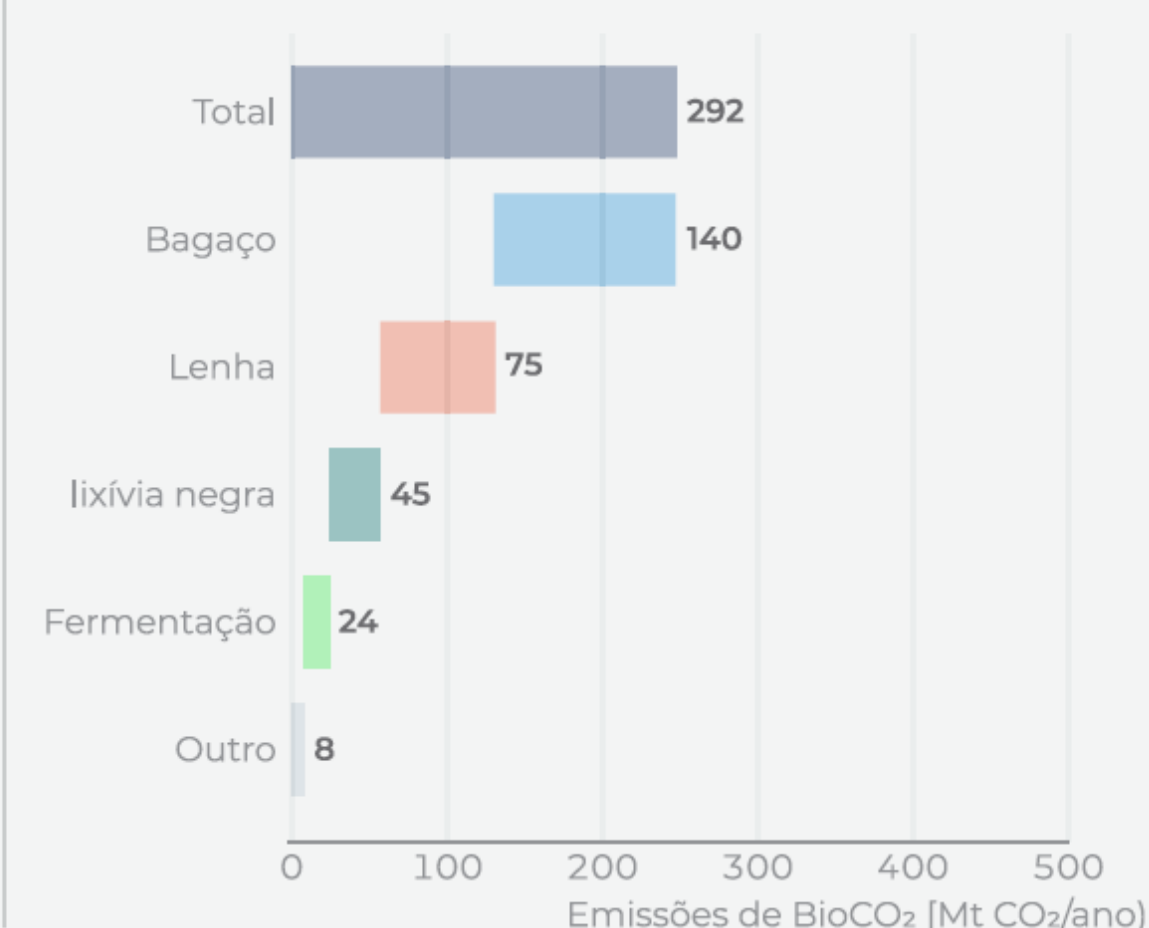
Pra não haver perdas desse potencial de bio-CCU, é preciso reduzir as emissões residuais - da agricultura e da mudança do solo.

Figura 10. Emissões de GEE da agricultura, de processos industriais e uso de produtos (IPPU) no Brasil (esquerda) e emissões atuais de CO<sub>2</sub> biogênico de fontes pontuais centralizadas (direita)

Emissões atuais de GEE de setores selecionados no Brasil



Emissões de CO<sub>2</sub> biogênico de fontes pontuais centralizadas



Agora Energiewende e Agora Industry (2023). Nota: Emissões de GEE obtidas de Estimativas Anuais de Emissões de GEE no Brasil (2022) e CO<sub>2</sub> biogênico, emissões (exceto fermentação) calculadas com base no Balanço Energético Nacional (2023) e fatores de emissão de falha do IPCC (2006). A fermentação do etanol foi calculada com base em 600 Mtcana/ano, 38 LEtOH/tcana e 0,75 kgCO<sub>2</sub>/LEtOH.



# Insight 7



## A produção de hidrogênio de baixas emissões no Brasil oferece oportunidades de negócios e opções de descarbonização para setores industriais como fertilizantes, fabricação de aço e de produtos químicos

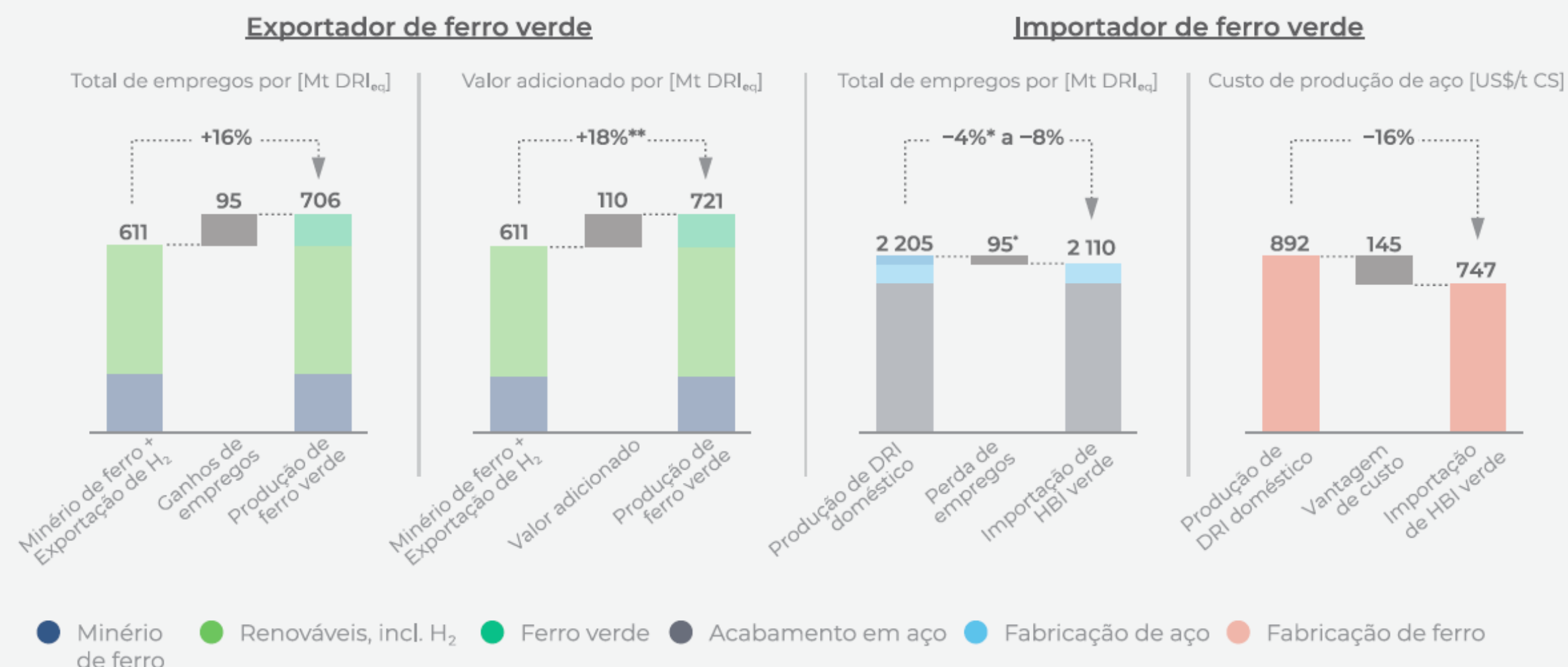
### TÓPICO 1

O Brasil pode atrair investimentos estrangeiros para o desenvolvimento industrial de baixo carbono e reativar o aumento da participação da indústria no PIB.

### TÓPICO 2

Brasil pode se tornar um exportador de ferro verde para o mundo numa relação ganha-ganha.

FIGURA 11. O comércio de ferro verde pode beneficiar tanto importadores como exportadores



Agora Industry e Instituto Wuppertal (2023). Nota: A intensidade do trabalho da fabricação de aço varia significativamente entre diferentes países. Para os nossos cálculos, usamos uma média ponderada para trabalhos em mineração de minério de ferro nos cinco maiores países exportadores de minério de ferro e presumimos uma intensidade de trabalho de 8 em tempo integral para a produção de 1000 t de H<sub>2</sub> renovável, por ano, e 53 kg H<sub>2</sub>/por t de DRI. Os números para importadores de ferro verde são derivados dos números de empregos na fabricação de aço da Alemanha. \*A cota de 4% inclui empregos diretos na fabricação de ferro DRI, mas não inclui empregos potencialmente associados em administração e logística. \*\*Salários de empregos por Mt DRI<sub>eq</sub> usado como proxy + taxa de depreciação de 2% do CAPEX. DRI = ferro reduzido direto; CS = aço bruto.



## Insight 7



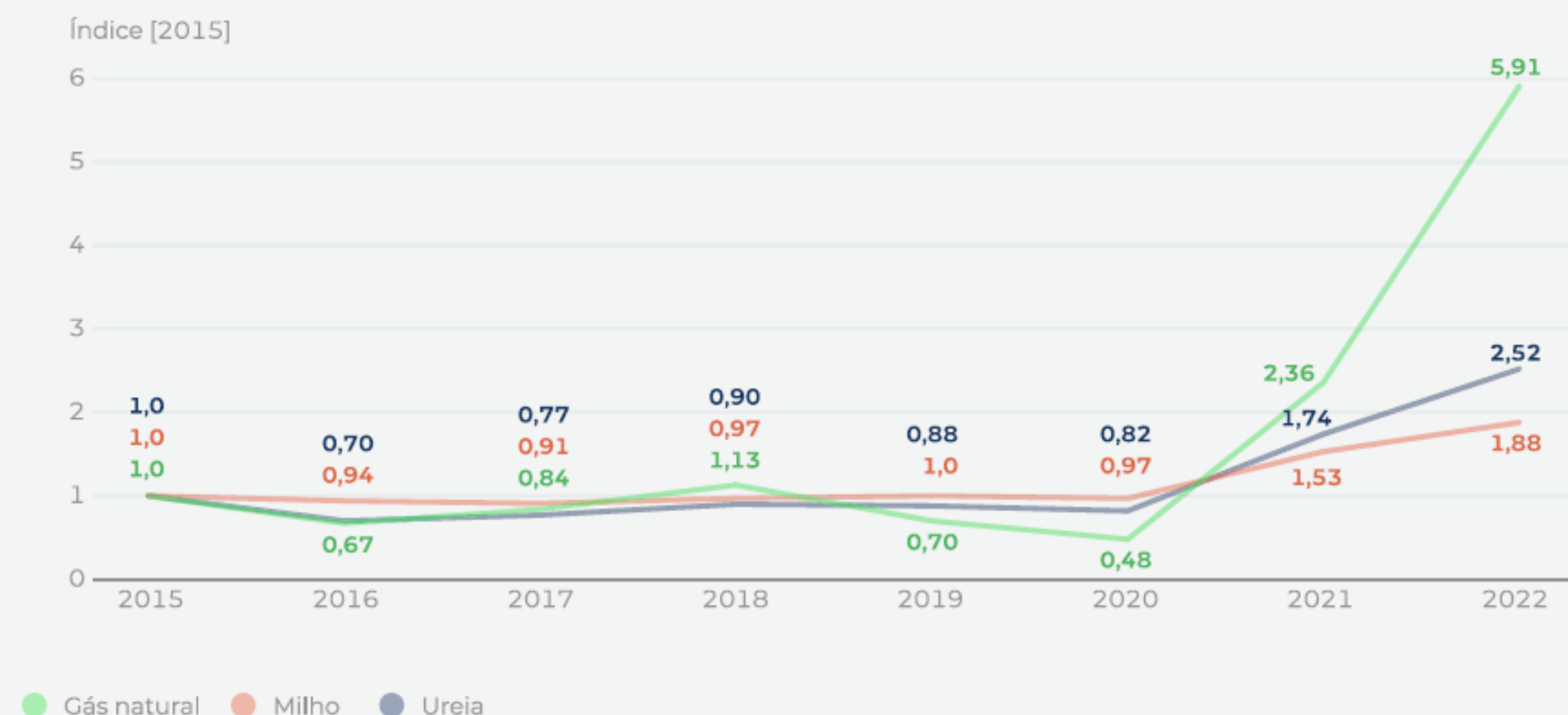
A produção de hidrogênio de baixas emissões no Brasil oferece oportunidades de negócios e opções de descarbonização para setores industriais como fertilizantes, fabricação de aço e de produtos químicos

### TÓPICO 3

O Brasil pode reduzir a dependência de importação de fertilizantes e ganhar espaço internacional com o desenvolvimento de produtos químicos verdes.



Figura 12. Evolução dos preços de gás natural, ureia e milho no mercado europeu (1=2015)



World Bank (2023) Nota: Preços para o mercado europeu.

## Insight 8



# A avaliação social e ambiental abrangente e o Planejamento integrado do hidrogênio e projetos PtX são importantes para garantir o desenvolvimento socioeconômico no Brasil

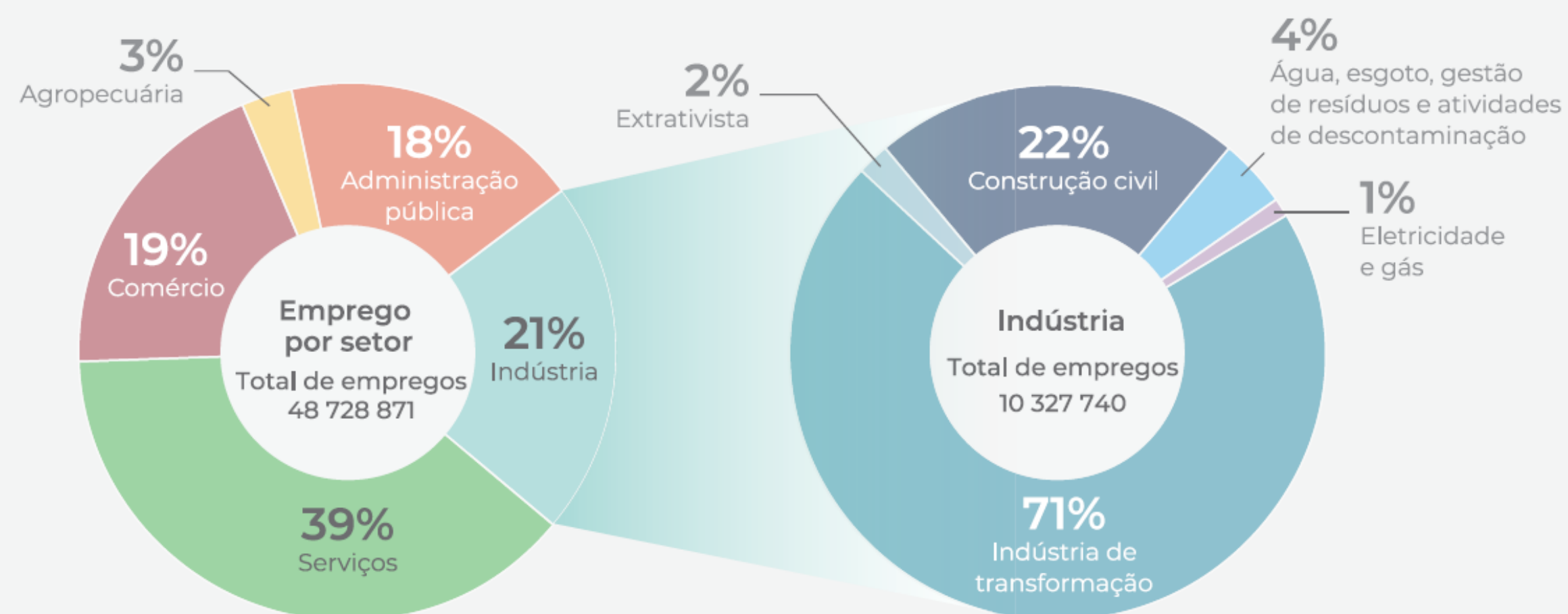
### TÓPICO 1

A indústria de H2 tem potenciais por diferentes rotas em diferentes regiões do país. Seus desenvolvimentos podem ajudar a reduzir diferenças socioeconômicas regionais

### TÓPICO 2

A indústria do hidrogênio inclui a criação de empregos e descarbonização. O Brasil tem condições de tornar-se autossuficiente na produção de bens e serviços industriais para plantas de hidrogênio, impulsionando o crescimento industrial e econômico.

Figura 13. Distribuição de empregos no Brasil, por setor, 2021



Sebrae (2023)





## Insight 8

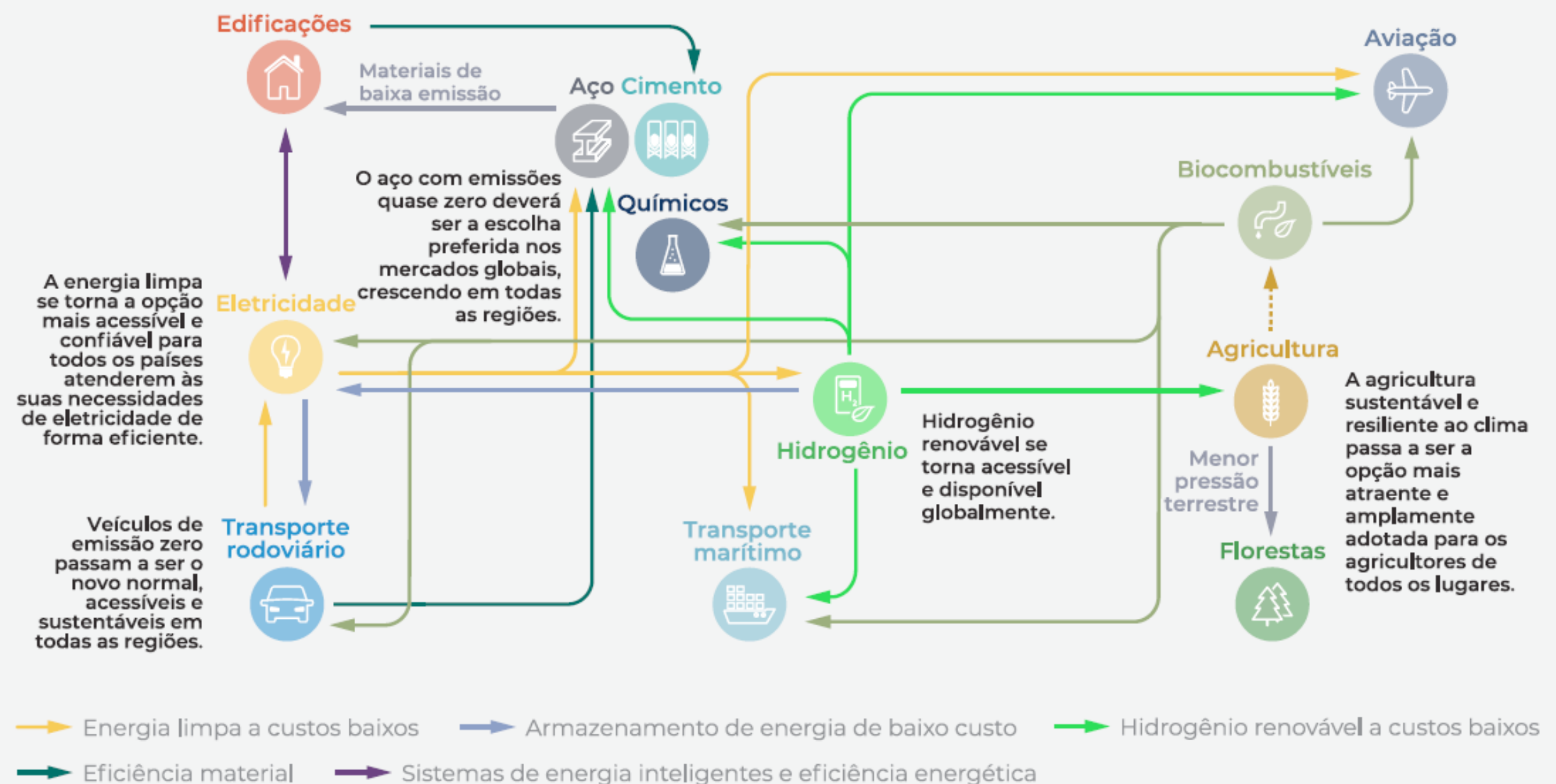


# A avaliação social e ambiental abrangente e o Planejamento integrado do hidrogênio e projetos PtX são importantes para garantir o desenvolvimento socioeconômico no Brasil

### TÓPICO 3

Há um consenso privado e público sobre o papel do hidrogênio, mas é necessário uma visão cross-setorial: energia, indústria, transporte, infraestrutura, com avaliações estratégicas sociais e ambientais.

Figura 14. A transição energética como uma mudança em todo o sistema: como ações em cada setor podem contribuir para o progresso dos demais até 2030



Fonte: (IEA-IRENA-UN, 2023)



## Insight 9



**A produção de hidrogênio precisa ser vista não apenas como uma questão energética, mas também climática, para viabilizar a combinação de instrumentos de financiamento**

### **TÓPICO 1**

O Programa Nacional de Hidrogênio do Brasil [PNH2] é um grande avanço no esforço de coordenação com uma série de iniciativas estaduais em curso.

### **TÓPICO 2**

A atração de investimentos requer coordenação multissetorial e o desenvolvimento de instrumentos de financiamento mistos considerando o papel do hidrogênio renovável no combate às mudanças climáticas.

### **TÓPICO 3**

O Brasil já começou a apoiar projetos-piloto através do BNDES, mas serão necessários instrumentos de financiamento de maior alcance para a escala dessa nova indústria.





# Insight 9

## A produção de hidrogênio precisa ser vista não apenas como uma questão energética, mas também climática, para viabilizar a combinação de instrumentos de financiamento



Nome	Instituição	Situação	Beneficiários	Mecanismo
<b>BNDES Finem / Environment</b> (BNDES, 2023)	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico - BNDES	Efetivo	Empresas atuantes no Brasil, entidades (estados, municípios, distrito federal)	Ajuda financeira direta e indireta para (entre outros): - Estudos e projetos - Aquisição de maquinário e equipamentos para hidrogênio renovável - Serviços técnicos e treinamento Financiamento mínimo: R\$10 milhões
<b>CAF Energy Integration and Transformation</b> (CAF, 2023)	Banco de desenvolvimento da América Latina e Caribe (CAF) & BNDES	Em finalização	Investidores privados	Linha de crédito de até US\$500 milhões em projetos de "powershoring", desenvolvimento verde, reativação econômica e inclusão financeira, melhorias de acesso a zonas industriais e portos, novas indústrias e fabricação verde (aço, fertilizantes).
<b>CIF Renewable Energy Integration</b> (CIF, 2023)	Climate Investment Funds (implementado pelo BID e Banco Mundial)	Aprovado	Privado e público	US\$70 milhões em subsídios para apoiar a flexibilização da rede elétrica para integração de projetos de energia limpa ao sistema elétrico brasileiro. O Brasil estima que o fundo mobilizará US\$9,1 bilhões de parceiros, inclusive US\$8 bilhões em investimentos privados.
<b>Climate Fund / Renewable Energy sub-programme</b> (Climate Bonds, 2022)	BNDES	Efetivo - até 28/12/24	Empresas privadas e administrações locais	Apoio e investimento para desenvolvimento tecnológico de H2 renovável, sua produção e uso. Financiamento mínimo: R\$40 milhões
<b>European Hydrogen Bank</b> (European Commission, 2023b)	Comissão Europeia	Em finalização	Produtores de PtX	Baseado no mecanismo H2-Global (ver a seguir), o programa vai, muito provavelmente, consistir em leilões para compra de PtX de fora da UE por meio de acordos de longo prazo.
<b>Export Processing Zones</b> (MDIC, 2023)	Estados brasileiros	Efetivo	Empresas privadas e outras	Áreas de livre comércio (principalmente portos) para atrair investimentos diretos estrangeiros por meio de incentivos fiscais para empresas de hidrogênio renovável e outros benefícios.
<b>Global Gateway Initiative</b> (EIB, 2023)	Banco Europeu de Investimento	Aprovado	Indeterminado	Empréstimos para facilitar investimentos de longo prazo na indústria de hidrogênio renovável. Os detalhes estão sendo definidos.
<b>H2-Global</b> (H2Global, 2022)	Hint.co (governos alemão e holandês)	Efetivo - primeiros resultados esperados em 2024	Produtores de PtX	Leilão de dois lados para acordos de longo prazo para aquisição de hidrogênio para exportar para a Europa.
<b>Hydrogen for Development Partnership (H4D)</b> (ESMAP, 2023)	ESMAP	Efetivo	Aberto a todos os interessados em hidrogênio e já com várias instituições industriais, acadêmicas e de pesquisa, entre outros parceiros.	Tem o objetivo de catalisar financiamentos significativos para investimentos em hidrogênio de fontes públicas e privadas, e é destinado a fomentar o desenvolvimento de capacidades e soluções regulatórias, modelos de negócios e tecnologias para a implementação do hidrogênio em países em desenvolvimento.
<b>Sustainability Bond Framework / Green Bonds</b> (BID, 2021; BNDES, 2021)	BNDES & BID	Efetivo	Empresas privadas especializadas em projetos sustentáveis	Desenvolvimento de um mercado de crédito sustentável, por meio da emissão de títulos verdes, sociais e sustentáveis pelo BNDES no Brasil e no exterior.
<b>Plataforma PtX</b> (KfW, 2023)	KfW	Efetivo	Empresas privadas do Sul Global	Financiamento de projetos de toda a cadeia de valor de PtX, com o objetivo de fechar a lacuna de viabilidade financeira nos países do Sul Global. Potencial de €2,5 bilhões em financiamento para investimentos privados.

## Insight 10



# O Brasil pode desempenhar um papel fundamental para o comércio global de produtos PtX, garantindo a competitividade de seus produtos nos mercados da Europa e Ásia-Pacífico

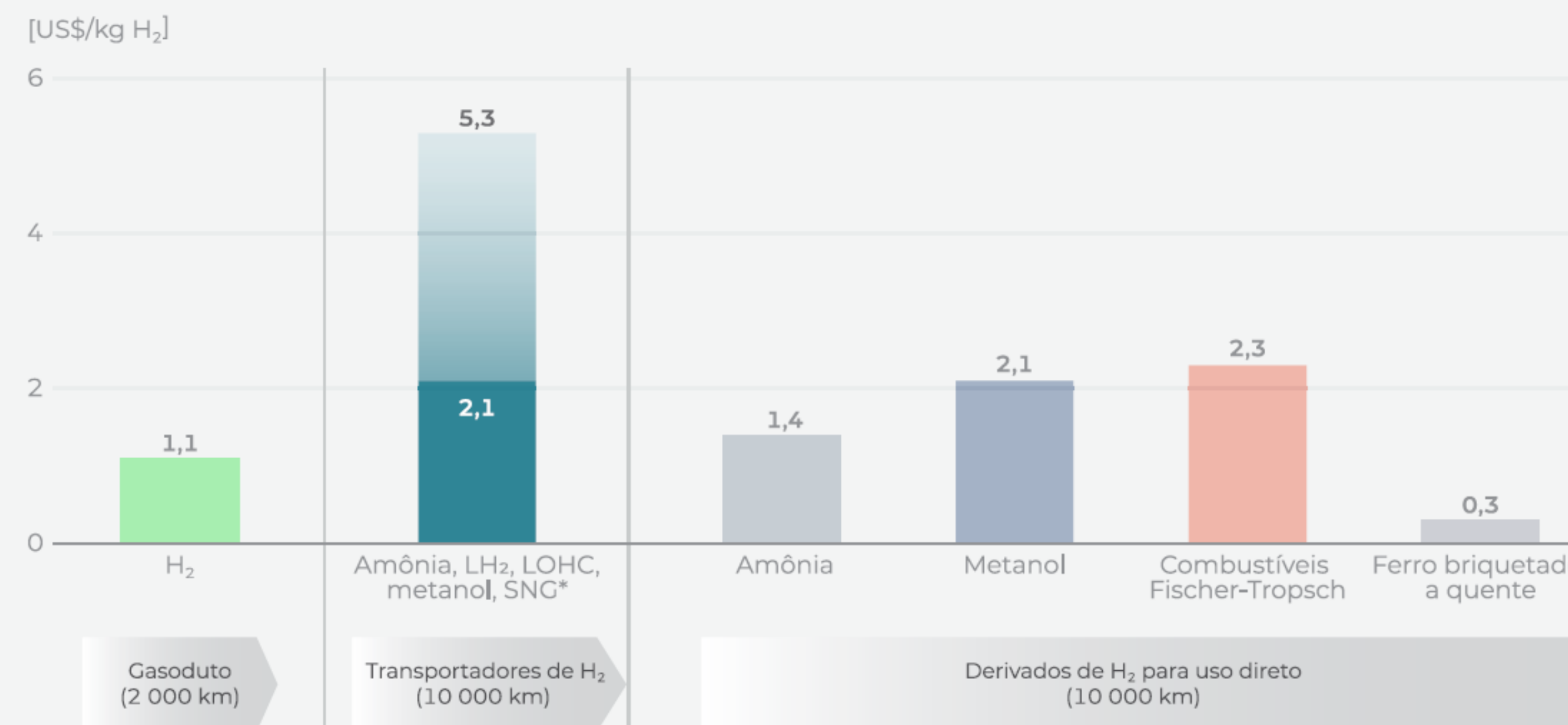
### TÓPICO 1

Com uma infraestrutura portuária focada na exportação de commodities agrícolas e minerais, serão necessários novos investimentos.

### TÓPICO 2

O Brasil poderá se posicionar para exportar ferro verde e outros produtos PtX de forma competitiva até 2030, apesar de ter uma desvantagem em termos de distância até o mercado

Figura 15. Custos do transporte de hidrogênio para a Alemanha, 2030



Baseado em Agora Industry e TU Hamburg (2023). Nota: \*com um ciclo de carbono quase fechado.

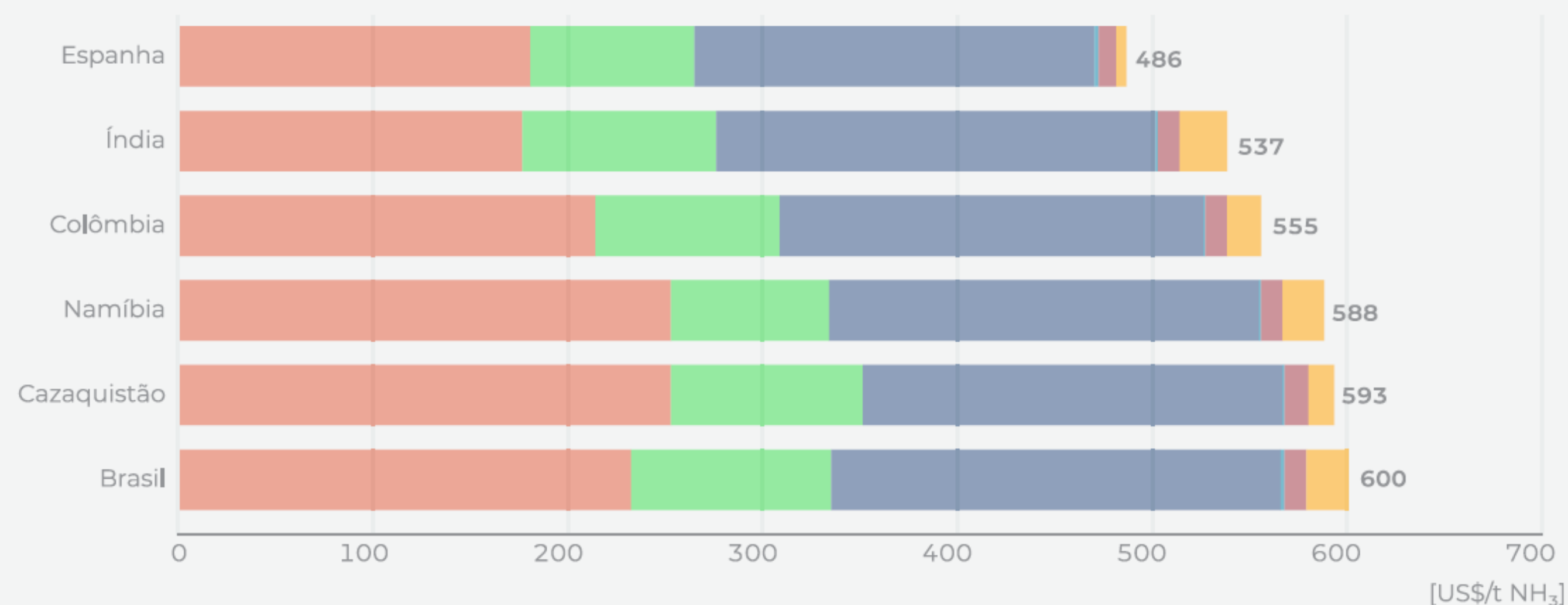


## Insight 10



O Brasil pode desempenhar um papel fundamental para o comércio global de produtos PtX, garantindo a competitividade de seus produtos nos mercados da Europa e Ásia-Pacífico

Figura 17. Discriminação de custos para exportação de amônia para a Holanda, 2030



● Geração de eletricidade ● Eletrólise ● Produção de derivados ● Água ● Armazenamento de eletricidade e H<sub>2</sub> ● Transporte (navio)

Agora Energiewende e Oke-Institut (2023)



# Insight 11



## A indústria do hidrogênio precisa ser competitiva e estabelecer padrões para o hidrogênio de baixas emissões alinhados com os requerimentos do comércio global

### TÓPICO 1

O primeiro esforço de certificação do Brasil para o hidrogênio verde é um avanço para a economia do hidrogênio. No entanto, a primeira versão da certificação do Brasil atualmente reconhece apenas a eletrólise como totalmente sustentável.

### TÓPICO 2

É preciso discutir globalmente os modelos de certificação, com a opção de certificação tecnologicamente neutra. É importante assegurar a participação ativa brasileira na definição de padrões para o comércio global de hidrogênio renovável.

Figura 18. Especificações para a primeira versão da certificação de hidrogênio

	Cobertura	Métodos de produção	Modalidade	Emissões	Correlação temporal	Produto
Primeira versão	H <sub>2</sub>	Eletrólise	Produtores conectados ao SIN com PPA e/ou autoprodução renovável ou conexão direta (off-grid)*	Contas de emissões indiretas associadas ao consumo energético (Escopo 2 do Protocolo GEE)	Mensal ou trimestral**	Certificado

Com base em CCEE (2023a). Nota: \*Hidrogênio que está sendo produzido em uma planta de produção conectada ao Sistema Interligado Nacional (SIN) com PPA e/ou autoprodução renovável ou produzido com uma conexão direta a uma usina de geração renovável (off-grid).

\*\*Correlação temporal: a quantificação e avaliação da energia usada e do hidrogênio produzido serão avaliadas mensal ou trimestralmente.



## Insight 12



# Aumentar a cooperação internacional e promover PD&I são aspectos-chave para o desenvolvimento da economia do hidrogênio no Brasil

### TÓPICO 1

O Brasil tem um histórico robusto de P&D&I em hidrogênio e pode utilizá-lo para reduzir sua dependência tecnológica. A introdução do hidrogênio no Brasil depende da importação de componentes essenciais, inclusive na rota da biomassa.

### TÓPICO 2

Acordos de cooperação internacionais e regionais são importantes para desenvolvimento tecnológico, reduzindo a dependência da importação de tecnologias.

### TÓPICO 3

O atual momento político do Brasil, como futuro presidente do G20 e anfitrião da COP30, coloca o país em posição de liderança para promover a cooperação regional.

