

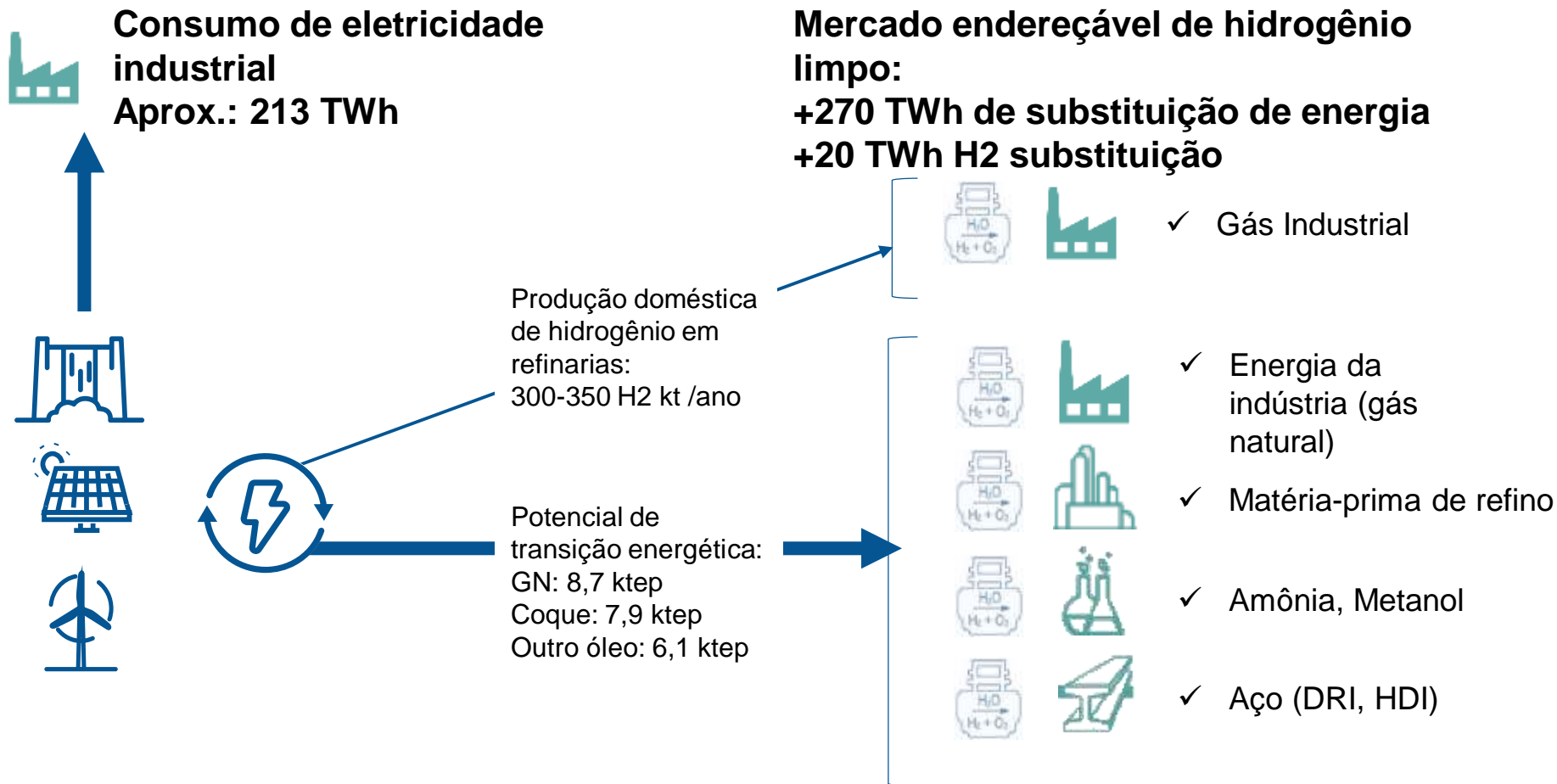
Chamada Estratégica ANEEL N° 23/2024: “Hidrogênio no Contexto do Setor Elétrico Brasileiro”

Hidrogênio verde na CTG Brasil



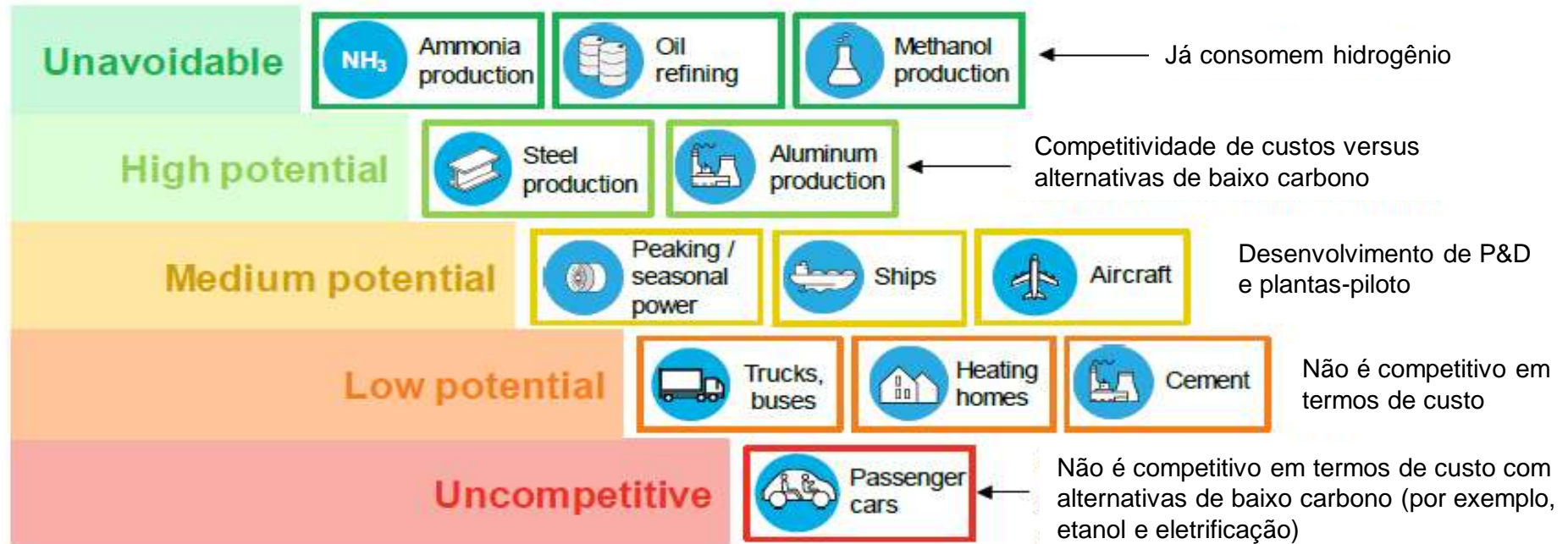
Hidrogênio pode dobrar consumo de eletricidade industrial

Estimativas preliminares de alto nível



Estratégia para se concentrar nas aplicações mais práticas do H2

Escala BNEF de competitividade do Hidrogênio Verde



Temas prioritários para CTG Brasil

Projetos PDI estratégicos para CTG Brasil

Horizonte 1

AUTOMAÇÃO TOTAL DE UHEs

SOLUÇÕES PARA PLANTAS
AQUÁTICAS

SOLUÇÃO PARA MEXILHÃO
DOURADO

MANUTENÇÃO PREDITIVA

Hidrelétrica, comercial,
corporativa

Aprox.: 15%

Horizonte 2

MELHOR MODELAGEM DE VENTO

SERVIÇOS DE ARMAZENAMENTO E
INTEGRAÇÃO EÓLICA/SOLAR

HIDROLOGIA E PREVISÃO DE
PREÇOS

CONFIABILIDADE DE NOVAS
TECNOLOGIAS SOLARES

EFICIÊNCIA O&M PARA
EÓLICA/SOLAR

Renováveis,
armazenamento e
comercialização

Aprox.: 35%

Horizonte 3

HIDROGÊNIO VERDE

USINAS REVERSÍVEIS

GERAÇÃO DISTRIBUÍDA – PRÓXIMA
GERAÇÃO

EÓLICA OFFSHORE

Novas oportunidades de
negócios

Aprox.: 50%

Hidrogênio verde na CTG Brasil

Edital em parceria com SENAI Departamento Nacional

Publicação em outubro de 2021

31 propostas recebidas, totalizando R\$ 183,7 milhões

2 iniciativas contratadas e em execução:

Projeto “Distrito Industrial Verde” com parceria de Senai/RN, Senai/PE, Porto do Suape, Sinapsis, Way2 e EIDEE (PD-10381-0421/2021)

Projeto “Conversor CC-CC Multiportas e Sistema IoT Inteligente de Gestão de Energias” com parceria de Parque Tecnológico de Itaipu e Senai/SC (PD-10381-0221/2021)

- **14** Institutos de Inovação;
- **07** Instituições Externas de Pesquisa;
- **10** Grandes Empresas;
- **4** Startups;



Novo Mercado

Planta Piloto – **Ciclos produtivos da indústria de papel e celulose**

Siemens Energy / Energy Asset /
SENAI BA / CERTI / Suzano

Transporte

Peças e Componentes – **Vaso de Pressão Leve**

SENAI PR

Armazenamento

Peças e Componentes – **Hidreto metálico**

UFSC

Modelo Regulatório

Planta Piloto – **Modelo Merchant**

GESEL / SENAI PE /
Linde (White Martins)

Eficiência Energética

Peças e Componentes – **Conversor Multiportas Fase 2**

SENAI SC / PTI / Reivax

Certificação

Peças e Componentes – **Distrito Verde Fase 2**

Sinapsis / SENAI PE /
Eidee / Way2

Transição H2 Cinza para Verde

Planta Piloto – **Vale do Hidrogênio**

Base / Unicamp / Unesp

Aderência à estratégia da CTG Brasil

PD-10381-2402 - Projeto Piloto de Produção de Hidrogênio Verde em modelo Merchant

Objetivo:

Laboratório de políticas públicas e regulação e planta de produção de hidrogênio verde ongrid de 1,0 MW de capacidade para validar um ambiente de sustentabilidade econômico-financeira, regulatória e de políticas públicas para a promoção da descarbonização de processos industriais

Duração:

48 meses

Por que este projeto faz sentido para CTG Brasil?

- Criação de **novo modelo de negócios** para a CTG Brasil;
- Brasil apresenta o ambiente favorável para alcance da meta de preço de H₂ (USD 2 a 4 por kg);
- Possibilidade de **criação de Consórcio** para comercialização do H₂;
- Possibilidade de apoiar na neointustriaização verde, fomentando produtos com maior valor agregado para o mercado internacional e nacional;
- Negociações avançadas para **venda do hidrogênio** pós projeto;
- Parceria estratégica com empresa de **produção e comercialização** de gases industriais e com **expertise nacional e internacional**;
- Movimentação global para a transição energética;

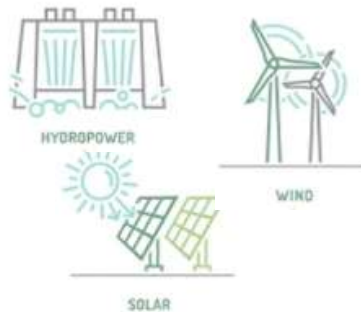
Proposta de projeto-piloto

Modelo regulatório e de negócios



- Políticas do setor de energia com introdução da demanda de eletrolisadores
- H2 Políticas e modelo de negócios (fornecimento de energia limpa, fabricação de eletrolisadores, etc.)
- Recomendações de política industrial para a transição energética
- Financiamento e incentivos para o desenvolvimento da indústria (BNDES, FINEP)

Rede elétrica e fornecimento



- Impacto da demanda do eletrolisador na operação da rede elétrica (SIN)
- Inovações, como serviços de eletrolisador (resposta à demanda)
- Modelo de offtake (intragrupo, autoprodutor, comercial)
- Declaração de Origem

Cadeia de suprimentos de equipamentos



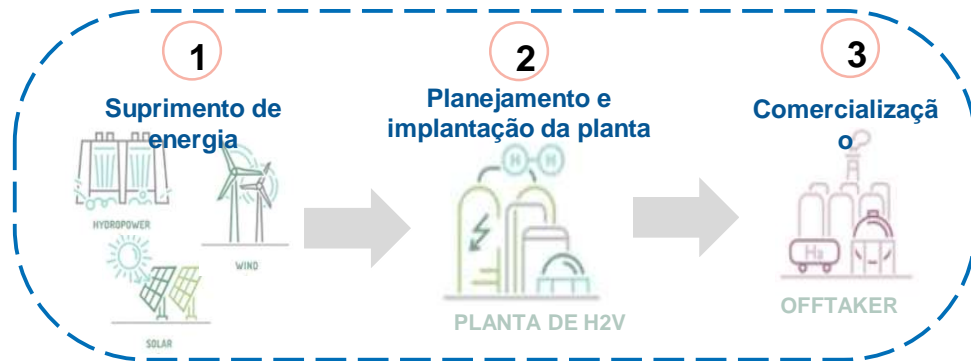
- Conteúdo local e "tropicalização" das importações
- Cadeia de suprimentos sino-brasileira
- Vida útil e confiabilidade
- Estudo de Viabilidade Econômica de usina de hidrogênio – modelo de negócios e contratos comerciais

Mercado de Off-take



- EPC e desafios técnicos para o fornecimento de eletrolisador H2 no local
- "Ondas" para adoção de H2 limpo e benefícios adicionais (ex. Redundância de fornecimento) – Clusters locais e no local

Modelo de Negócio do Projeto



1 Suprimento de Energia

Busca pelo menor LCOE. Potencialmente, autoprodução por equiparação de fontes renováveis (eólica e/ou solar fotovoltaica).



✓ **LCOE competitivo**

✓ **Fornecimento de portfólio (flat)**

2 Planejamento e implantação

- Desde planejamento até comercialização da planta piloto de produção de H2V.

3 Comercialização

- Celebração de contrato de compra entre Linde e o consórcio para todo o volume de hidrogênio verde produzido;
- Linde atuará como comercializadora merchant. Contrato de venda de hidrogênio verde (HSA).

Arranjo consorcial

Aporte P&D (Cooperadas e Proponente) e Contrapartidas



- ✓ **Cadeia de fornecimento da China e cooperação em P&D**
- ✓ **Offtaker**
- ✓ **Capacidade EPC**
- ✓ **Histórico de operação de eletrolisadores**
- Responsável por todo o processo de procura e contratação de fornecedores, pagamentos, acordos comerciais com o usuário final, recebimento de receitas e prestação de contas.
- Estrutura de um BOO (Build – Own – Operate)

Aderência à estratégia da CTG Brasil

PD-10381-2403 - Desenvolvimento de Planta de H2 e metodologia de rastreamento e certificação aplicado diretamente em ciclos produtivos da indústria de papel e celulose

Objetivo:

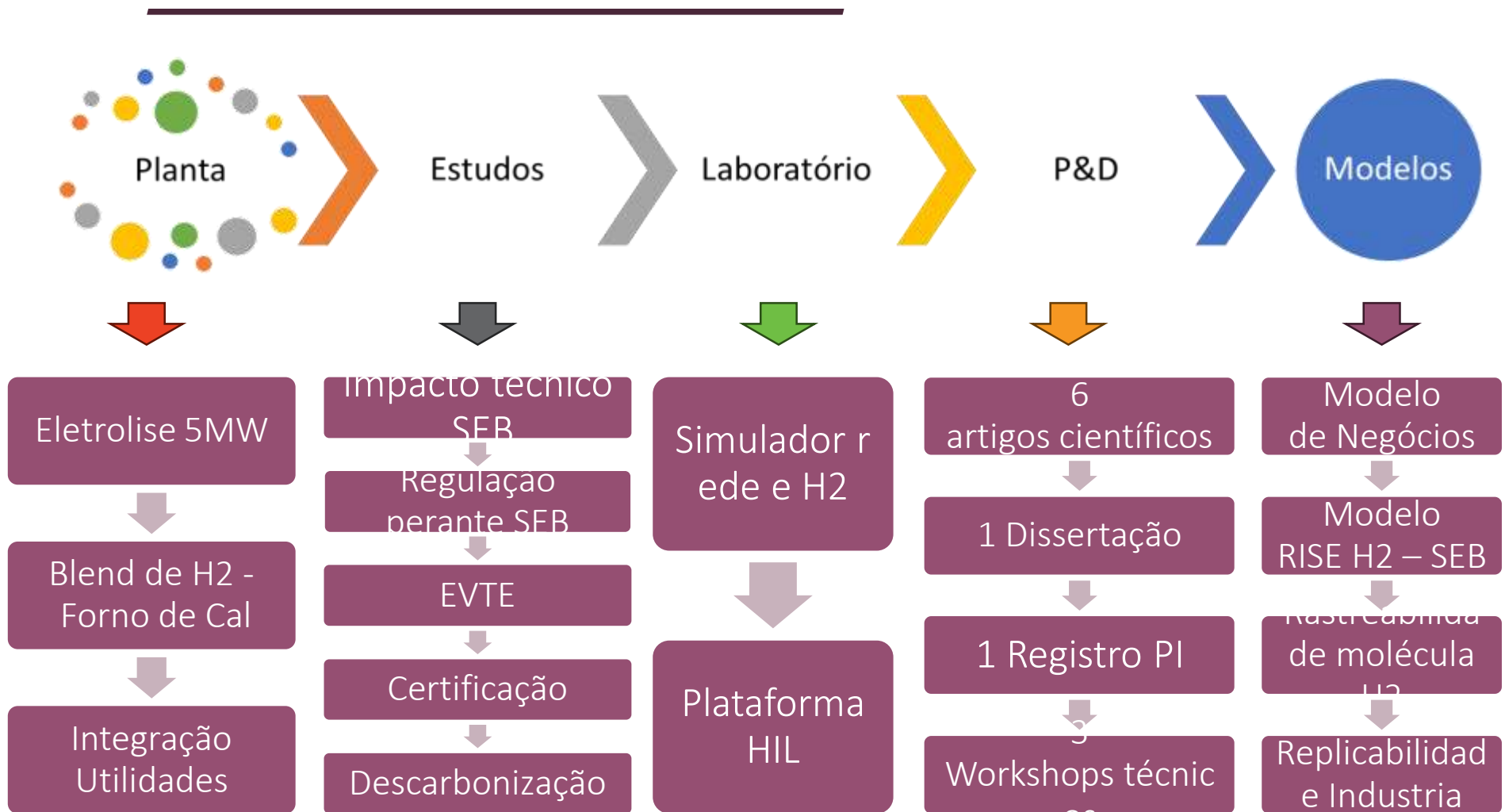
Piloto de eletrólise para produção de H2, metodologia de rastreamento e certificação e definição de arranjo técnico e comercial, aplicado diretamente em ciclos produtivos da indústria de papel e celulose em busca da descarbonização de processos

Duração:

48 meses

Por que este projeto faz sentido para CTG Brasil?

- Criação de **novo modelo de negócios** para a CTG Brasil;
- Brasil apresenta o ambiente favorável para alcance da meta de preço de H2 (USD 2 a 4 por kg);
- Possibilidade de **criação de SPE** para comercialização do H2;
- Possibilidade de apoiar na neointrodução verde, fomentando produtos com maior valor agregado para o mercado internacional e nacional;
- Negociações avançadas para **venda do hidrogênio pós projeto**;
- Parceria estratégica com **o maior produtor** de celulose do mundo com metas arrojadas para **redução da pegada de carbono** na cadeia;
- Movimentação global para a transição energética;



Aderência à estratégia da CTG Brasil

PD-10381-2407 - Vaso de pressão leve para armazenagem e transporte eficiente de hidrogênio

Objetivo:

Desenvolver tanque de polímeros reforçados com nanotubos de carbono para alcançar uma estrutura que combine leveza, alta resistência e impermeabilidade, superando os desafios de armazenamento de H₂, que frequentemente enfrentam problemas como fragilização por H₂ e perdas energéticas.

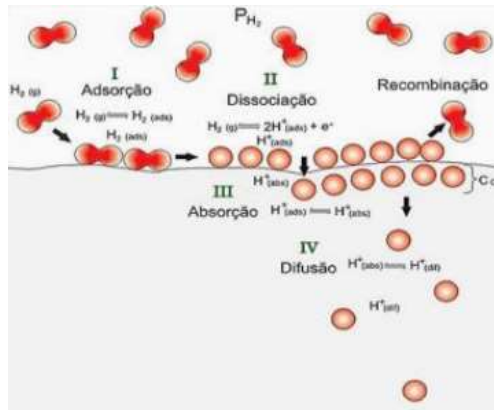
Duração:

48 meses

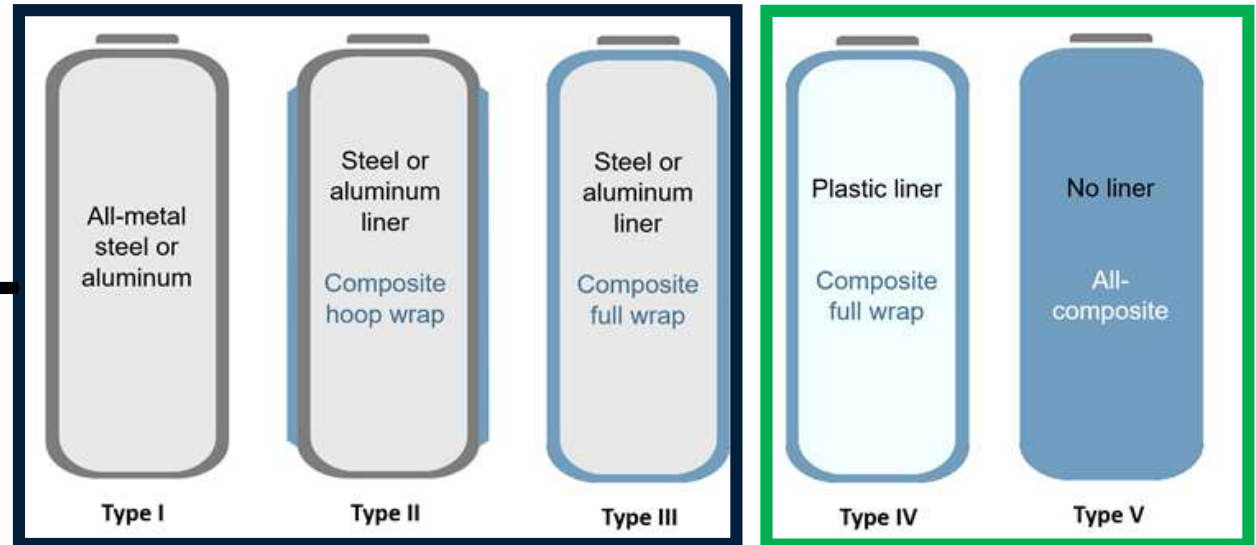
Por que este projeto faz sentido para CTG Brasil?

- O **custo logístico** representa parcela relevante no preço final do H₂;
- **Redução de emissões** de CO₂ devido ao transporte;
- Tema aderente ao **estado-da-arte** internacional;
- Possibilidade de geração de novo produto **patenteável** e com potencial **royalties**.
- Movimentação global para a transição energética;

Descrição do estado da arte e das funcionalidades



Processo de dissolução do hidrogênio nos metais



- ↳ Relação Peso-Volume
- ↳ Alta resistência
- ↳ Durabilidade e resistência a Corrosão
- ↳ Aumento da Eficiência Energética

Aderência à estratégia da CTG Brasil

PD-10381-2408 - Soluções inovadoras para o armazenamento de hidrogênio verde em carreadores químicos: avaliação de aspectos técnicos, econômicos e científicos para aplicação industrial no cenário Brasileiro

Objetivo:

Escalonamento de protótipo de unidade reacional para armazenamento químico de H₂ útil (hidretos metálicos) e testando-o em ambiente relevante. O produto será comparado com métodos tradicionais de armazenamento quanto ao consumo energético, desempenho, condições reacionais, estabilidade e vida útil

Duração:

48 meses

Por que este projeto faz sentido para CTG Brasil?

- Aumento de **eficiência** no **armazenamento** de H₂;
- Aumento de **segurança** no manuseio/transporte de H₂;
- Tema aderente ao **estado-da-arte** internacional;
- Possibilidade de geração de novo produto **patenteável** e com potencial **royalties**.
- Movimentação global para a transição energética;

Tecnologia Proposta

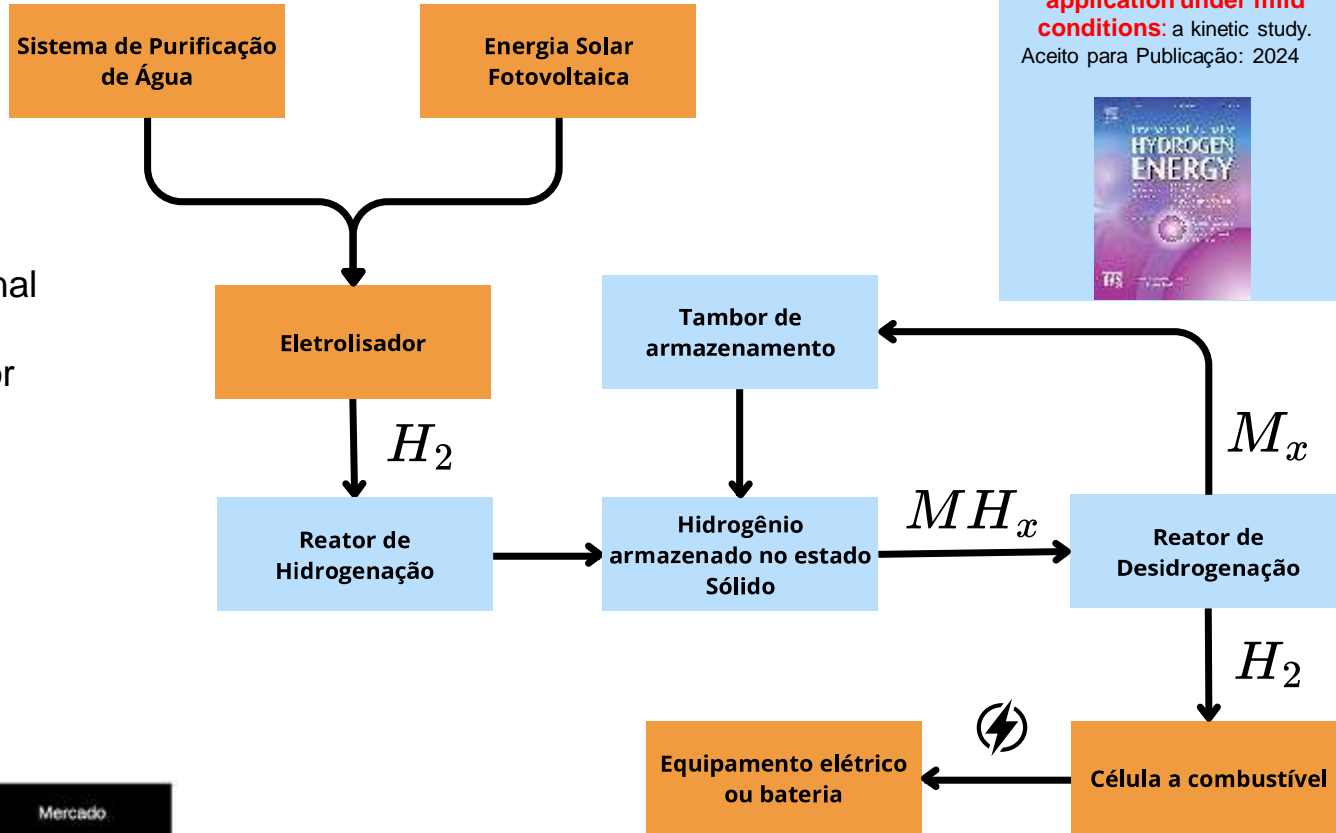
Contrapartida

Escopo do Projeto

- ✓ Desenvolvimento de tecnologia nacional
- ✓ Alto fator de inovação
- ✓ Utilização de catalisadores para menor consumo energético
- ✓ Aproveitamento de calor
- ✓ Possibilidade de solução inovadora na regeneração do hidreto



TRL 6



CoMo/g-C3N4 as a highly effective, reusable, non-noble metal-based catalyst for H_2 production via $NaBH_4$ hydrolysis focused on stationary application under mild conditions: a kinetic study. Aceito para Publicação: 2024

Aderência à estratégia da CTG Brasil

PD-10381-2406 - Conversor Multiportas Inteligente para geração de H2 renovável

Objetivo:

Sistema inteligente de alimentação de eletrolisadores de geração de H2 renovável. Composto por conversor Multiportas de 100kW (Hardware e Firmware) e Sistema inteligente de gestão energética (IA, Software e Otimização)

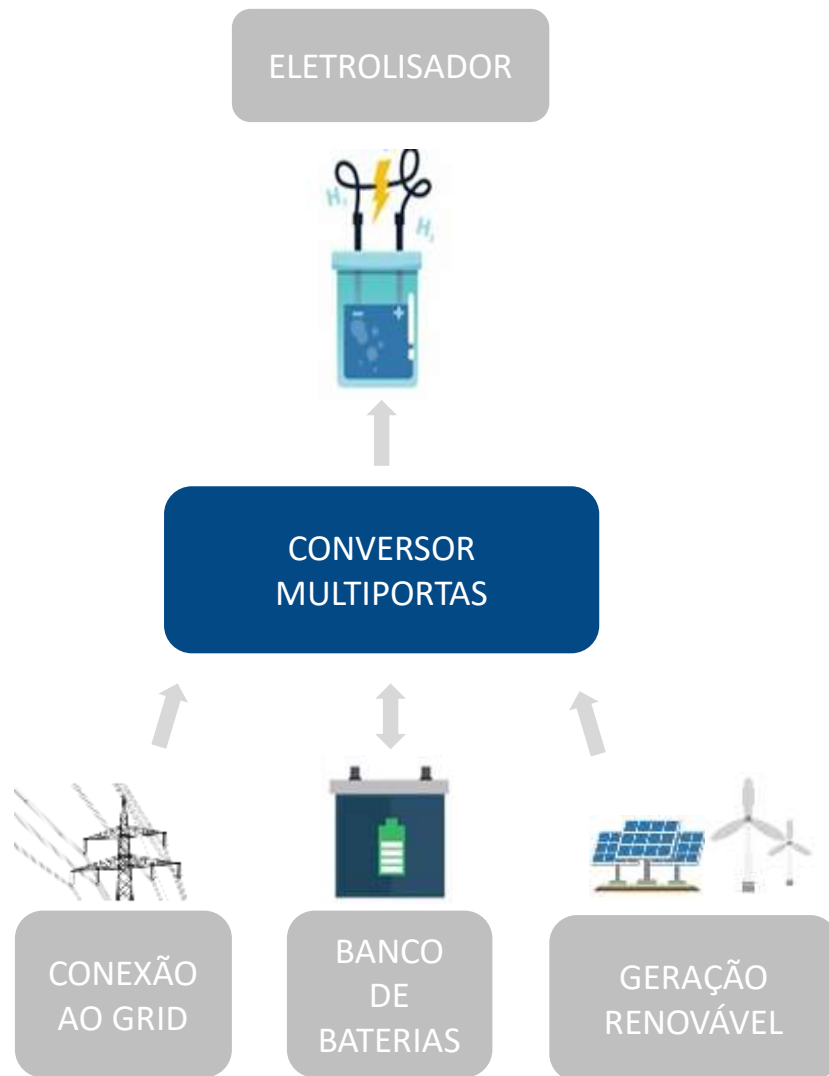
Duração:

36 meses

Por que este projeto faz sentido para CTG Brasil?

- **Continuidade** do projeto em andamento (PD-10381-0221/2021);
- **Alinhamento com topologia** de fornecimento dos eletrolisadores comerciais;
- Movimentação global para a transição energética;
- Aumento de **eficiência** na produção de H2;
- Parceria com indústria brasileira de cunho **tecnológico** com experiência em fornecimento para grandes geradores de energia elétrica;
- Possibilidade de geração de novo produto **patenteável** e com potencial **royalties**.

DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO



- Desenvolvimento de um conversor multiportas inteligente de 100 kW;
- Aumento de eficiência energética global da planta;
- Desenvolvimento de um sistema de IoT integrado ao conversor inteligente;
- Algoritmo de controle para a operação da planta de H₂;
- Aplicabilidade de plantas de H₂ verde local, como em indústrias e postos de veículos a hidrogênio;
- Redução de custo do transporte de hidrogênio;
- Viabilidade técnica e econômica para aplicação da micro rede em nível mercadológico.

Aderência à estratégia da CTG Brasil

PD-10381-2409 - Plataforma de Integração de Dados para Certificação, Comercialização e Rastreamento de Hidrogênio Verde usando blockchain

Objetivo:

Desenvolvimento de uma plataforma web para digitalização da cadeia logística de produção de H2 de baixa emissão, integrando tecnologias de telemetria de energia, homologados pela CCEE, na planta piloto e estabelecendo uma conexão com sistemas de armazenamento de dados de energia e consumo.

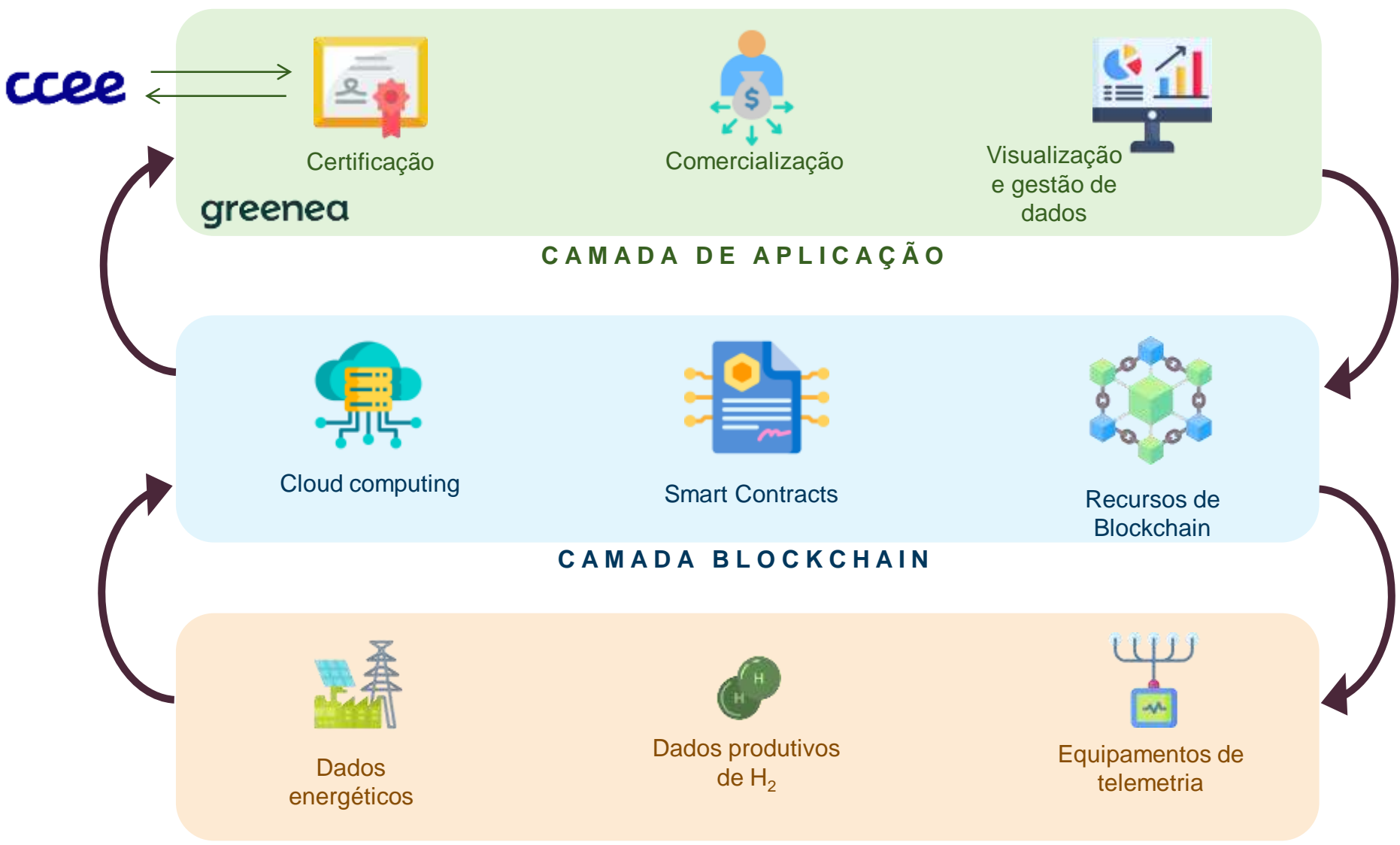
Duração:

48 meses

Por que este projeto faz sentido para CTG Brasil?

- **Continuidade** do projeto em andamento (PD-10381-0421/2021 da Chamada CTG / SENAI e do projeto concluído da Chamada Estratégica de Mobilidade Elétrica (PD-00387-0022/2019));
- **Rastreabilidade e certificação** com a segurança da tecnologia **blockchain**;
- Alinhamento com **metodologia de certificação** em desenvolvimento pela CCEE;
- Movimentação global para a transição energética;
- Parceria com startups de cunho **tecnológico**;
- **Sinergia** com os **projetos de planta piloto** como fornecedor de certificação;
- Possibilidade de criação de **nova startup** com potencial **royalties**.

Descrição da solução proposta, seu caráter inovador e seu papel na cadeia do Hidrogênio



Aderência à estratégia da CTG Brasil

PD-10381-2404 - Impulsionando a Exploração do Potencial para Produção do Hidrogênio de Baixo Carbono no Brasil em Plantas Conectadas ao Sistema Interligado Nacional com Geração Local de Eletricidade à Partir de Fontes Renováveis – Estudo de Caso em Projeto Piloto

Objetivo:

Produção e utilização de H₂ em Planta Piloto através do *sector coupling* dos setores elétrico, fertilizantes e sucroalcooleira, observando as análises de impacto no planejamento da expansão e da operação do sistema elétrico na ótica da necessidade de expansão da oferta de eletricidade e da malha de transmissão.

Duração:

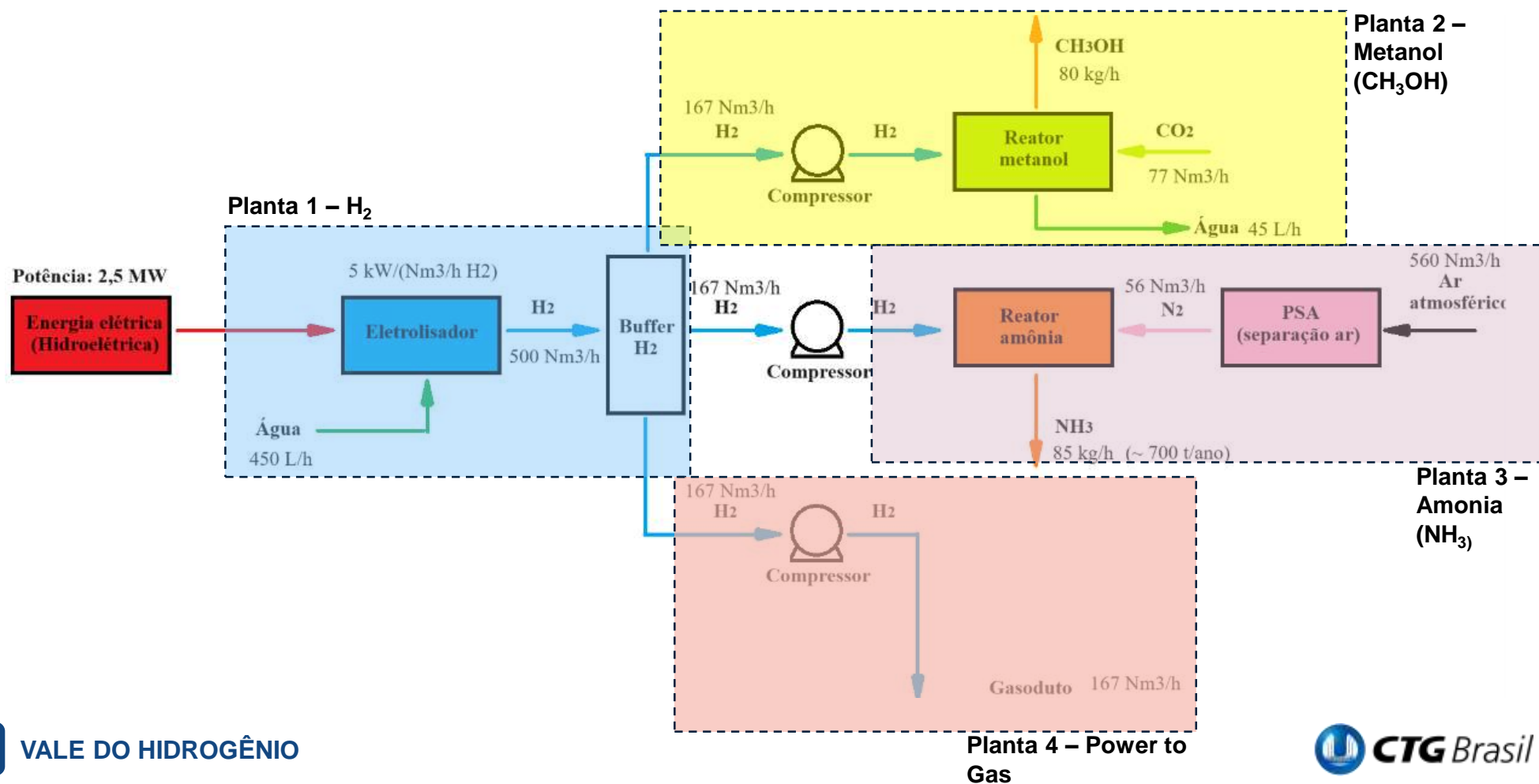
48 meses

Por que este projeto faz sentido para CTG Brasil?

- Criação de **novo modelo de negócios** para a CTG Brasil;
- Brasil apresenta o ambiente favorável para alcance da meta de preço de H₂ (USD 2 a 4 por kg);
- Possibilidade de apoiar na neointustriaização verde, fomentando produtos com maior valor agregado para o mercado internacional e nacional;
- **Entrada no mercado** de fornecimento de H₂ para conversão em amônia para uso em fertilizante na **agroindústria do centro-oeste**;
- Movimentação global para a transição energética;

Descrição da planta piloto e detalhamento do sistema de produção de hidrogênio a partir de eletricidade

Plantas Piloto Balanço de Energia e Massa





Obrigado!