

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO
DEPARTAMENTO DE POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO EM TECNOLOGIAS ESTRUTURANTES
COORDENAÇÃO-GERAL DE DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO EM TECNOLOGIAS SETORIAIS

ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Fatos e possibilidades futuras



Dante Hollanda
Brasília - 03/10/2018



A transformação do Setor Elétrico

Antigamente/Atualmente...



Atualmente/Futurament



Atualmente/Futurament...

Atualmente/Futurament...

- **Prosumager**
 - *Redefinição do papel do consumidor*
- *Remodelagem da Regulação*
 - Remuneração de novos serviços ao setor elétrico
- *Implantar infraestrutura flexível e favorável*
 - *Permitir a inserção de mais renováveis*



Política Energética Nacional

Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997

Alguns objetivos...

- **Planejamento** em curto, médio e longo prazo
- **Valorizar** os recursos energéticos
- Utilizar **fontes alternativas de energia**
- **Soluções mais adequadas** para o suprimento de energia elétrica
- **P&D** relacionado à energia renovável
- **Mitigar as emissões de GEE** e de poluentes nos setores de energia e de transportes
- Promover a **conservação de energia**

ENCTI 2016-2022

No que se refere à ENERGIA...

OBJETIVO: Fomentar a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico e a inovação nas cadeias produtivas de energia, visando fortalecer a competitividade e aumentar a diversificação da matriz energética, garantindo **segurança e eficiência energética**.

Dentre as ESTRATÉGIAS ASSOCIADAS:

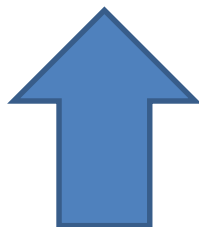
“Apoio às ações de PD&I em fontes renováveis para geração de energia elétrica e na produção e uso de biocombustíveis, visando (...) desenvolver tecnologias associadas às redes elétricas inteligentes, novas tecnologias de transmissão, distribuição e **armazenamento de energia visando ao aumento da segurança do Sistema Interligado Nacional (SIN)**”



Plano de CT&I em Energias Renováveis e Biocombustíveis

Outra estratégia associada...

“I. Elaboração de um **“Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Energias Renováveis e Biocombustíveis”** que promova o conhecimento científico e desenvolvimento tecnológico em fontes renováveis de geração de energia elétrica, na produção e uso de biocombustíveis e no uso eficiente da energia, garantindo a segurança e o abastecimento energético tendo em vista a importância econômica, social e ambiental para o País;”



Consulta a Parceiros Estratégicos (finalizada em 23/09/2018)
Consulta Pública a ser divulgada em breve

Plano de CT&I em Energias Renováveis e Biocombustíveis

Objetivos do Plano

- **Identificar os principais desafios tecnológicos** nas cadeias produtivas de energias renováveis e biocombustíveis
- Estabelecer iniciativas de incentivo à P, D&I
Academia e setor produtivo

Desafios Tecnológicos

Para a parte de Energias Renováveis, coletamos resultados do Projeto **Prospecção Tecnológica no Setor Elétrico Brasileiro**, estudo elaborado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)

Eixos Temáticos

- Desenvolvimento Tecnológico e Inovação / Capacitação Laboratorial / Capacitação e Formação de Recursos Humanos / Projetos e Plantas Pilotos e Demonstrativos / Prospecção e Divulgação Científica e Tecnológica / Cooperação Internacional

Plano de CT&I em Energias Renováveis e Biocombustíveis

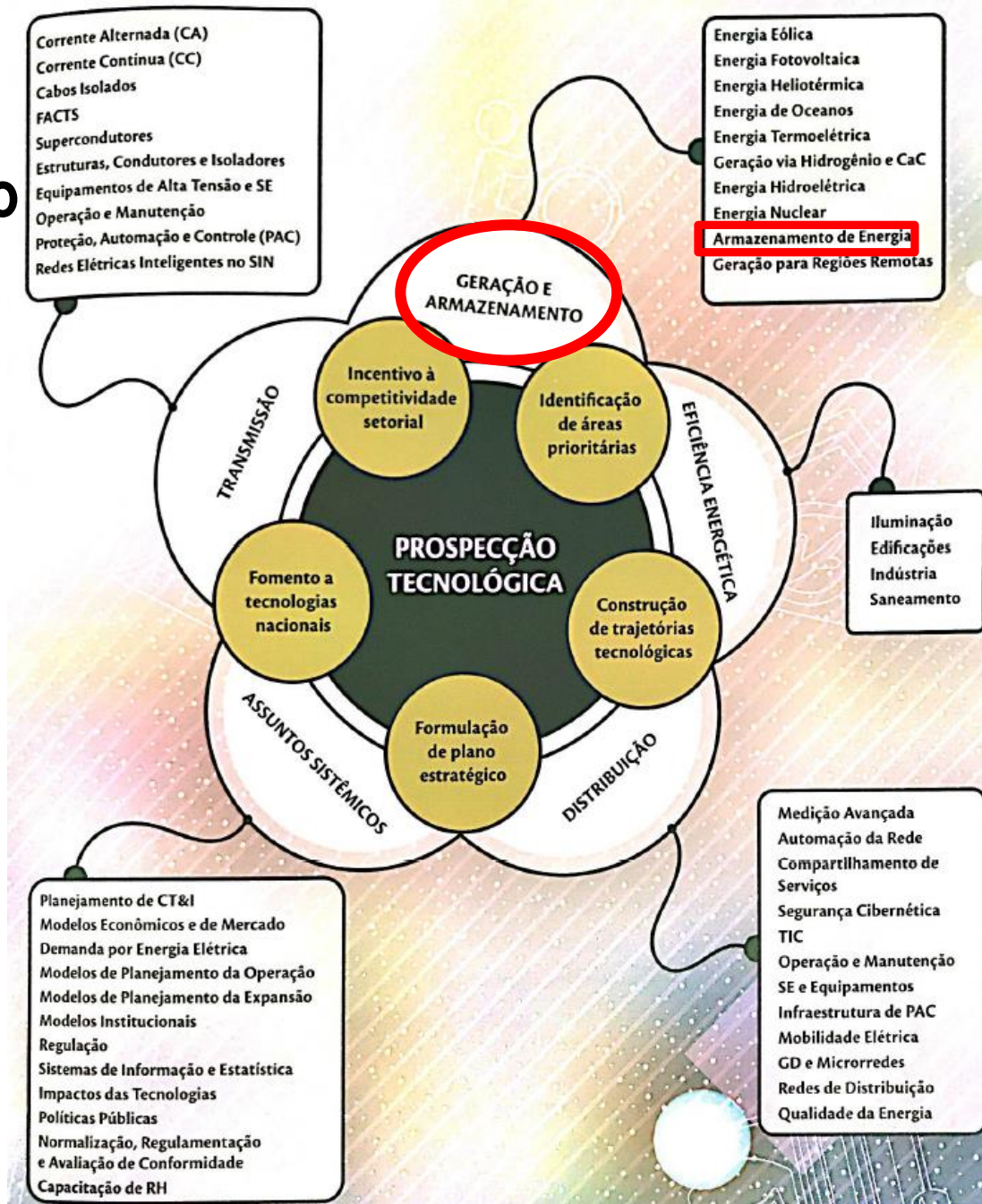
Iniciativas em Armazenamento de Energia

- Apoiar projetos de **desenvolvimento de tecnologias** relacionadas à geração distribuída e sistemas de armazenamento de energia;
- Apoiar projetos para o **gerenciamento da capacidade de geração, transmissão, distribuição e armazenamento de energia**;
- Apoiar projetos em eficiência energética para **edificações**, envolvendo o entendimento dos usuários e estratégias de **integração de geração distribuída, armazenamento e mobilidade elétrica integrada**;
- Apoiar projetos demonstrativos em **sistemas híbridos de geração e armazenamento de energia**;
- Realizar estudo para identificação dos **impactos da inserção de sistemas de armazenamento de energia** e geração distribuída nas redes elétricas;

Prospecção Tecnológica No Setor Elétrico Brasileiro

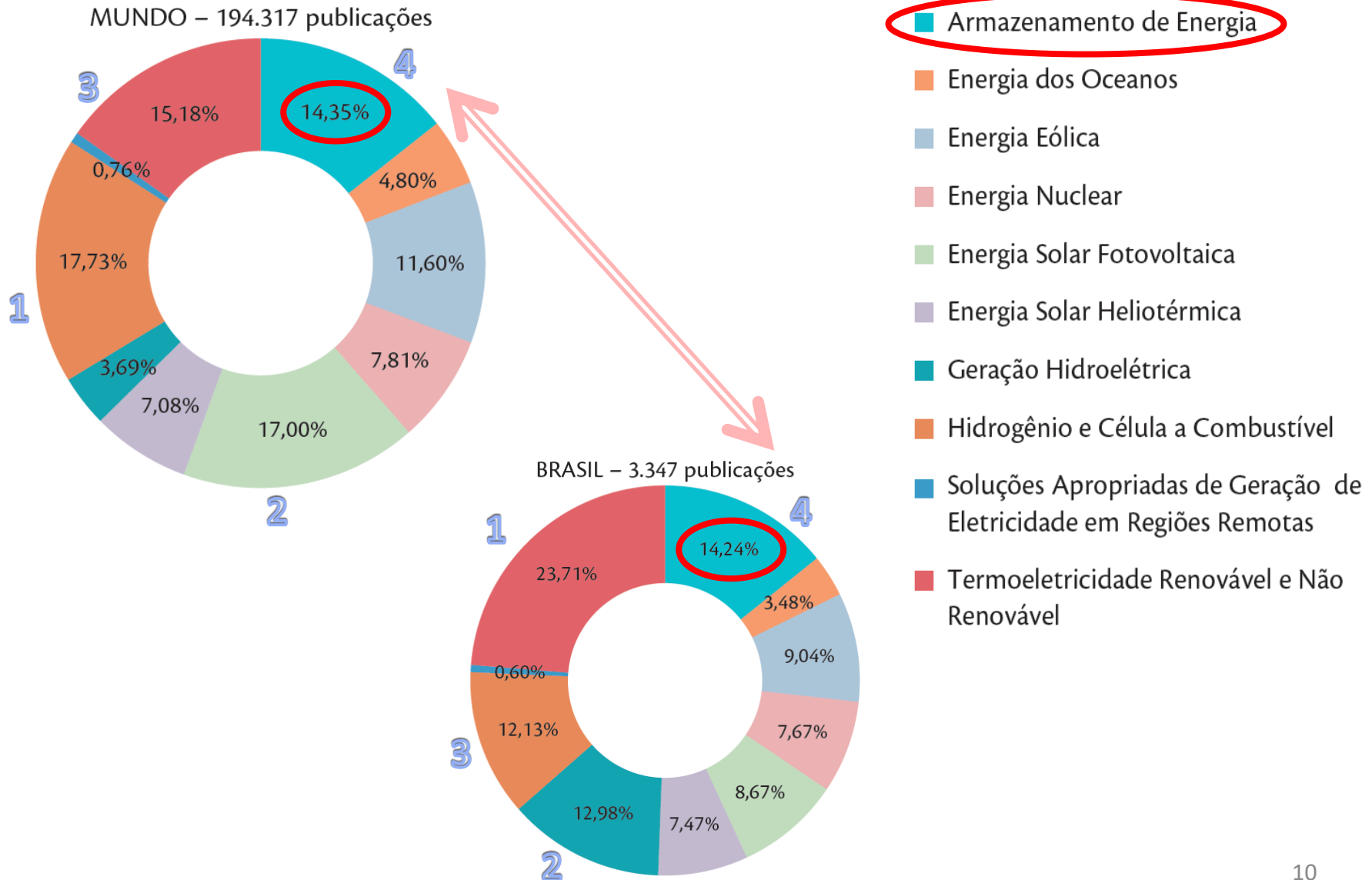
- 739 especialistas em reuniões presenciais
- 140.000 especialistas mapeados
- 2.767 linhas de P&D
- 80 instituições no Brasil
- 300 laboratórios consultados
- 3.000 respondentes via pesquisa web

energia.cgee.org.br



Armazenamento de Energia (2007 – 2016)

Publicações na Temática de Geração e Armazenamento de Energia



Tecnologias de Armazenamento de Energia

- **TÉRMICA**

Sais, ar liquefeito

- **MECÂNICA**

Hidráulica Reversível, Ar Comprimido, Volante de Inércia

- **ELÉTRICA**

Supercapacitores, Magnetos Supercondutores

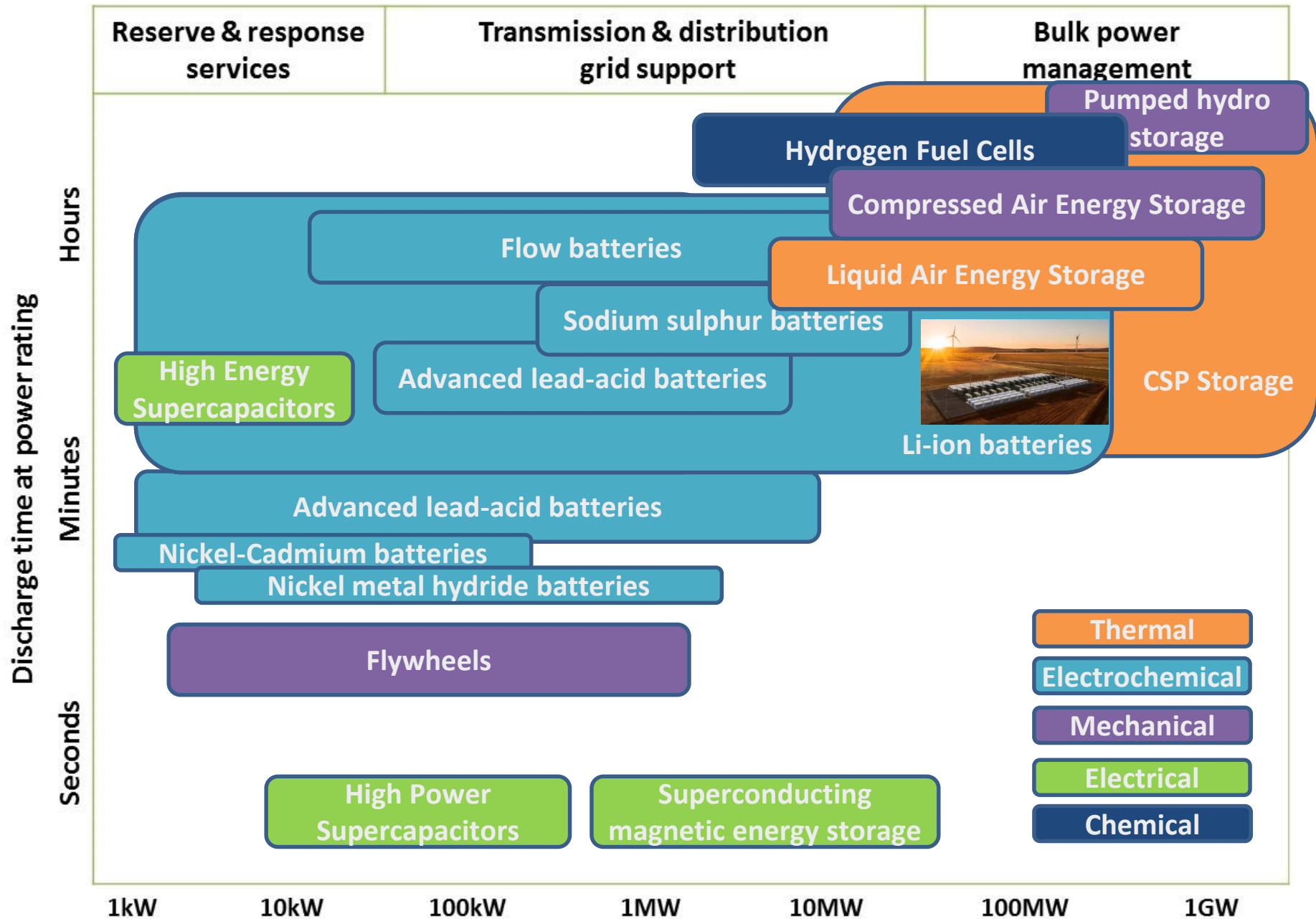
- **QUÍMICA**

Hidrogênio, Gás Natural Sintético

- **ELETROQUÍMICA**

Baterias de Fluxo, Chumbo-Ácido, Íons de Lítio, Sódio-Enxofre, Níquel Cádmio, Hidreto metálico de Níquel

Tecnologias de Armazenamento de Energia



A Cooperação com o Reino Unido



✓ Prosperity Fund

- ✓ **Energy Storage in Brazil: technology, regulation and public policies**
- ✓ De ~800 projetos submetidos → ~20 aprovados
- ✓ MCTIC teve 1 projeto aprovado em Armazenamento de Energia
- ✓ Proposta de ~R\$ 1 milhão
- ✓ Foco em Política, Regulação e Tecnologias
- ✓ Missões
 - ✓ Visitas técnicas
 - ✓ Treinamentos
 - ✓ Realização de seminários
- ✓ Estudos elaborados pela EA Technology, INT e iAbradee
- ✓ Evento no MCTIC
 - ✓ Workshop sobre Armazenamento de Energia (WoArEn)
 - ✓ 45 especialistas: MME, Finep, CNPq, Aneel, Itaipu, Petrobras, Abeeólica, ITEM, universidades, concessionárias
- ✓ **Indução para a Chamada Estratégica nº 21/2016 da Aneel...**



A Chamada Estratégica nº 21/2016

✓ Aneel:

Arranjos Técnicos e Comerciais para a Inserção de Sistemas de Armazenamento de Energia no Setor Elétrico Brasileiro

✓ Sucesso!

- 29 projetos propostos (23 aprovados)
- Demanda: ~R\$ 558 M (aprovado ~R\$ 406 M)
- Capacidade de armazenamento 23,5 MWh e 13,2 MW
 - Aprovado 15,0 MWh e 11,8 MW
- 804 profissionais e pesquisadores envolvidos aprovados

✓ Tecnologias/temas abordados:

Chumbo ácido/Chumbo ácido carbono/Li-ion/Li+It+PO4/
VRB-Vanadium-Redox Flow/NaNi (sal)/NaS (sal fundido)/
Segunda vida de bateria /Hidrogênio/ Hidráulicas reversíveis/
Ar comprimido/Armazenamento térmico/Sistemas híbridos/
Armazenamento (eólica e solar)/Novos serviços para concessionárias

Energia do Hidrogênio

- WHEC 2018 (Junho/2019 – Rio de Janeiro)
 - 51 países
 - 757 especialistas
 - [Link com apresentações/relatos/fotos/vídeos](#)

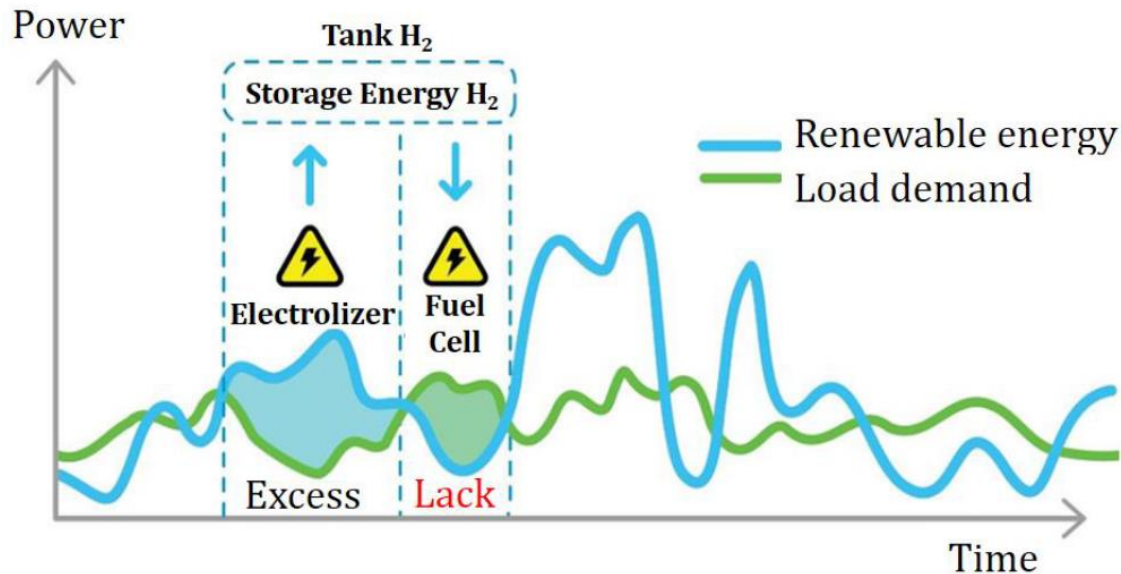


Energia do Hidrogênio

- WHEC 2018 (alguns *highlights*)
 - Comprometimento do Brasil em aumentar para 24% a participação de fontes não convencionais de energia (eólica, solar, biomassa) até 2025
 - **Questões acerca de integrar a elevada penetração intermitente (solar e eólica) ao SIN...**
 - **O Armazenamento de Energia terá papel chave** no aumento de fontes renováveis no Brasil
 - “H₂ possui a maior densidade de energia em massa de qualquer combustível, tornando-se um **meio extremamente eficaz para armazenamento e distribuição de energia.**”
 - “No Brasil, o hidrogênio limpo pode ser um integrador essencial, aproveitando a geração excessiva de energia, equilibrando a oferta e a demanda intermitentes e, em última análise, **ajudando a apoiar um sistema de energia limpo, eficiente e sustentável.**”

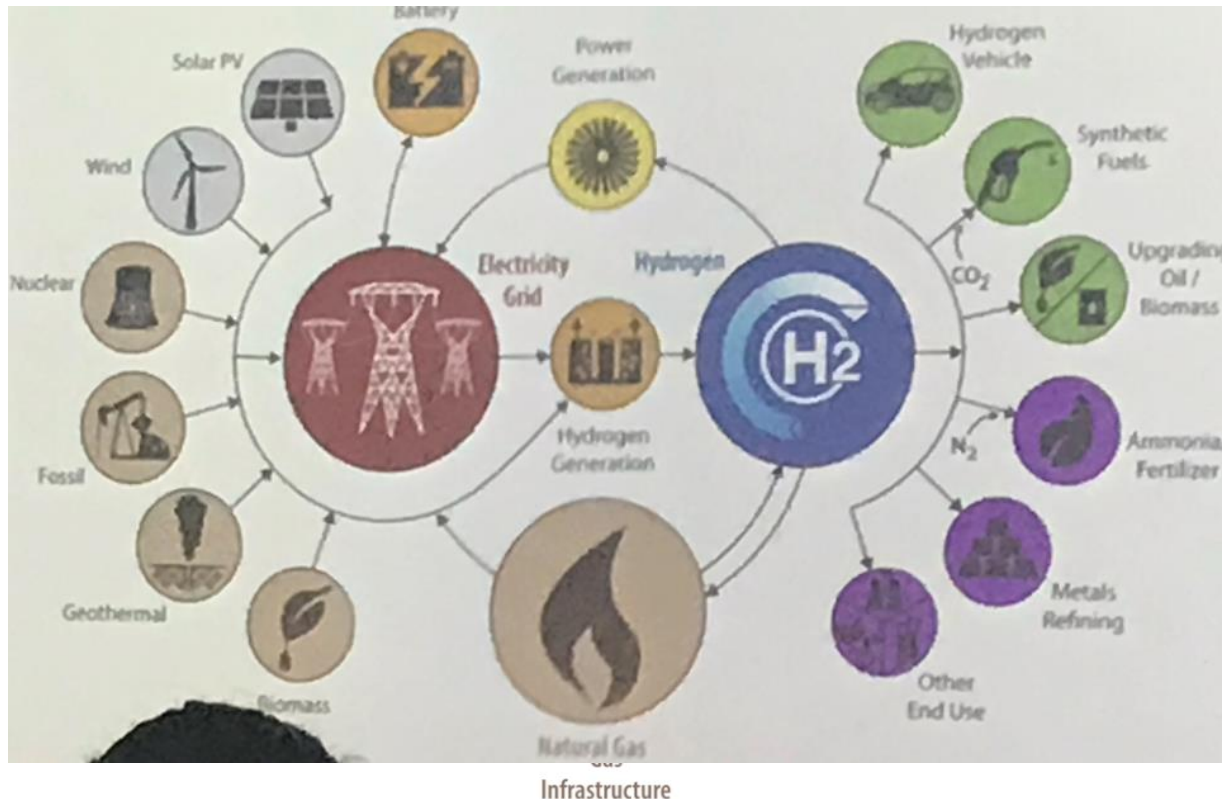
Energia do Hidrogênio

- WHEC 2018 (alguns *highlights*)
 - **Brasil:**
 - UFSCar
 - Pesquisas em armazenamento de hidrogênio em **hidretos metálicos** (baseados em Mg e Ti e seus compósitos)
 - Unicamp/CESP/Base Energia Sustentável
 - **Projeto P&D Aneel**
 - Simulações para a inserção de Armazenamento de H₂
 - **Produção de H₂ por eletrólise da água**



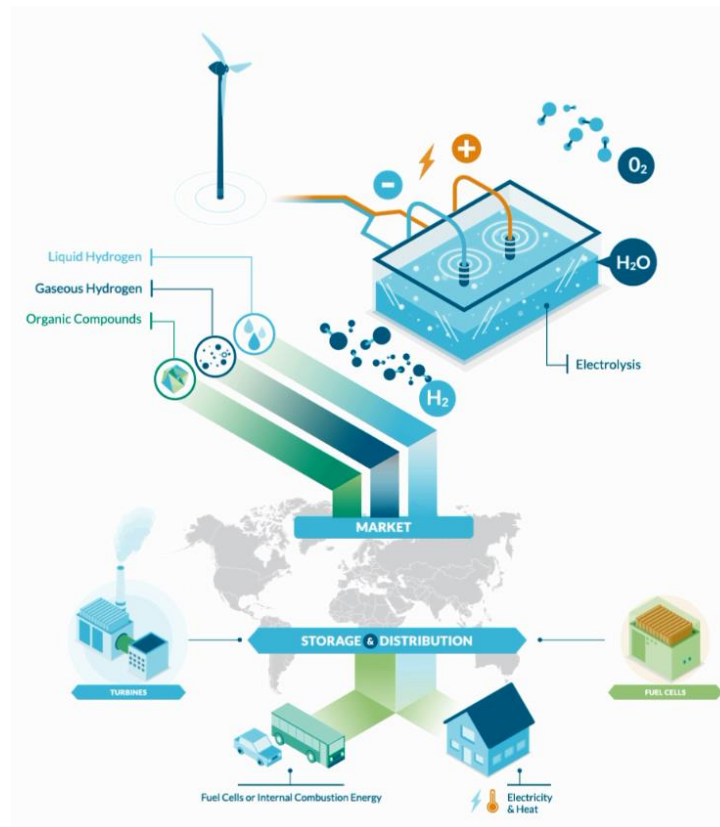
Energia do Hidrogênio

- WHEC 2018 (alguns *highlights*)
 - **EUA:**
 - Hydrogen Storage Engineering Center of Excellence (HSECoE)
 - Aplicações de Armazenamento de H₂ em veículos leves
 - Parcerias com Ford, GM, Exxon, Chevron, BP
 - [H2@Scale](#) (DoE)



Energia do Hidrogênio

- WHEC 2018 (alguns *highlights*)
 - **Argentina:**
 - Hychico
 - Produção de H_2 por eletrólise da água advinda de energia eólica
 - Armazenamento de H_2 e reservatórios “vazios” subterrâneos de gás
 - Produção total de H_2 : 2.419.130 Nm³
 - Venda de O_2 : 827.880 Nm³



Energia do Hidrogênio

- WHEC 2018 (alguns *highlights*)
 - **Reino Unido:**
 - Bright Green Hydrogen
 - Produção de H_2 via energia eólica e solar
 - Veículos movidos a H_2
 - Edificação que usa Energia do H_2 para abastecimento próprio



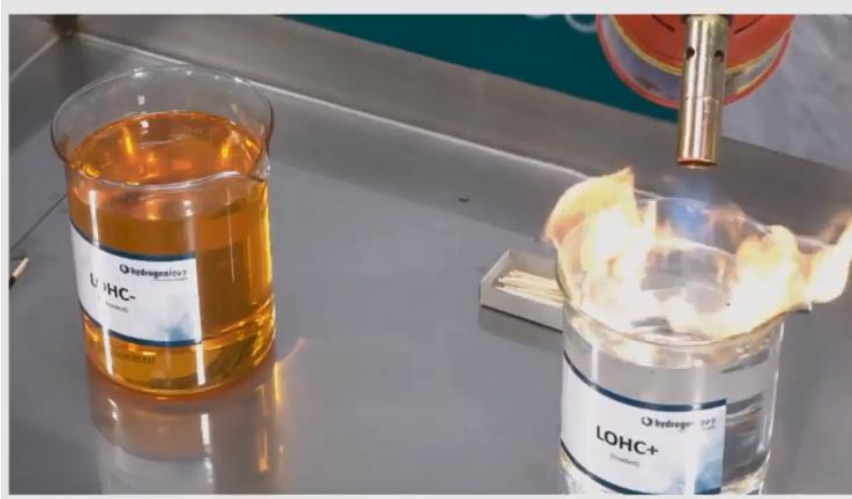
Energia do Hidrogênio

- WHEC 2018 (alguns *highlights*)
 - **Noruega:**
 - Department of Marine Technology (NTNU)
 - Task 39 da IEA: H₂ em Transporte Marítimo
 - Soluções em Células a Combustível (CaC) para aplicações marítimas
 - Análise SWOT revela potencialidades do H₂ e CaCs para fretes mais limpos



Energia do Hidrogênio

- WHEC 2018 (alguns *highlights*)
 - Alemanha:
 - Hydrogenious Technologies: [link](#)
 - Liquid Organic Hydrogen Carrier (LOHC)
 - Armazenamento/Transporte de H₂ em líquido



Energia do Hidrogênio

- WHEC 2018 (alguns *highlights*)

- Japão:

- Diversos projetos
 - No mundo: 1ª Estratégia Nacional orientada ao H₂
 - 250.000 CaC residenciais / 175 MW
 - 2.400 veículos movidos a CaC
 - Produção de morango



- Cultivo de peixes



Hydrogen SATSUKI Trout

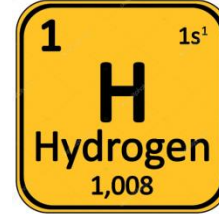
1º Hotel do mundo a utilizar
30% da demanda pela Energia do H₂



Energia do Hidrogênio

- Dia do H₂ e da Célula a Combustível

- Massa atômica do H₂ 1,008
 - 10-08: Oct 8th



- [IPHE](#)

- International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy
- 18 membros (MCTIC é o representante brasileiro) 

- Dados mundiais

- **Frete mundial de 650 MW de CaC em 2017**
- 250,000 CaC de calor e eletricidade instaladas
- **>8,000 veículos elétricos a CaC**
- **~20,000 equipamentos de galpões, sistemas de *back-up* e dispositivos portáteis que usam tecnologias de CaC**
- CaC e sendo empregadas para **propulsionar trens, caminhões outros transportes pesados**
- **H₂ sendo usado cada vez mais para armazenar grandes quantidades de energia.**



Algumas considerações finais

- ↑↑ Geração Distribuída (fontes intermitentes)
 - ↑↑ Variabilidade das fontes intermitentes
 - ↓↓ Controle do parque gerador
 - ↑↑ Armazenamento de Energia
- Não é possível definir qual tecnologia que “vencerá”.
- O hidrogênio, como vetor energético, pode armazenar energia e ser utilizado em conjunto a qualquer fonte energética.
- O uso de células a combustível promete um [mercado promissor](#) no Brasil.





Electric power is everywhere present
in unlimited quantities and can drive
the world's machinery without the
need of coal, oil, gas, or any other of
the common fuels.

— *Nikola Tesla* —

1933

AZ QUOTES