



LNEG - National Laboratory for Energy and Geology

Armazenamento e Integração de Renováveis na Rede em Moçambique

Storage and integration
of renewables in the grid
in Mozambique

25 de Maio de 2022

Maputo e Online



OPÇÕES DE ARMAZENAMENTO STORAGE OPTIONS

25 maio 2022

Sofia Simões





LNEG

National Energy and Geology Laboratory Portugal



**Geological
resources**



**Geology and
geological risk**



**Mineral
technology**



Geo-information



**Resource
economics**



**Energy in the built
environment**



**Integration of
renewable energies
in the energy system**



**Bioenergy and
biorefineries**

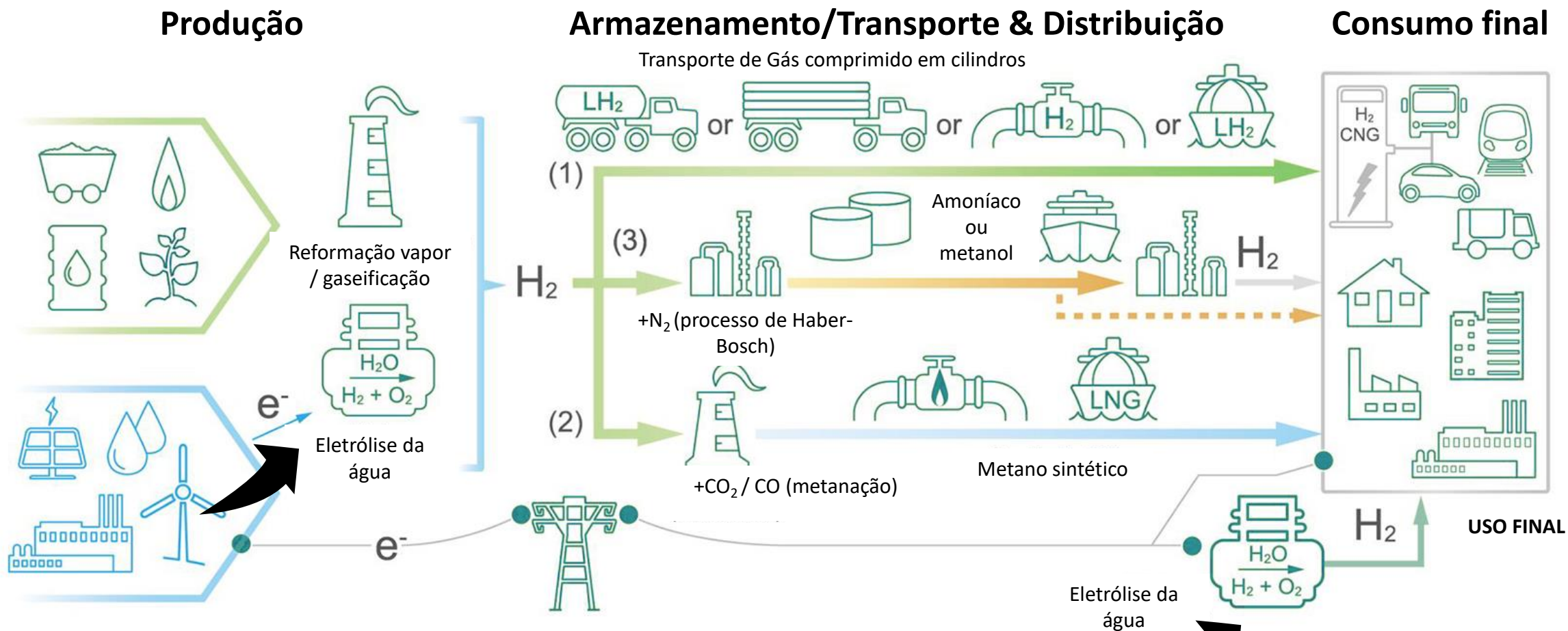


**Materials for
Energy**



**Renewable
energies**

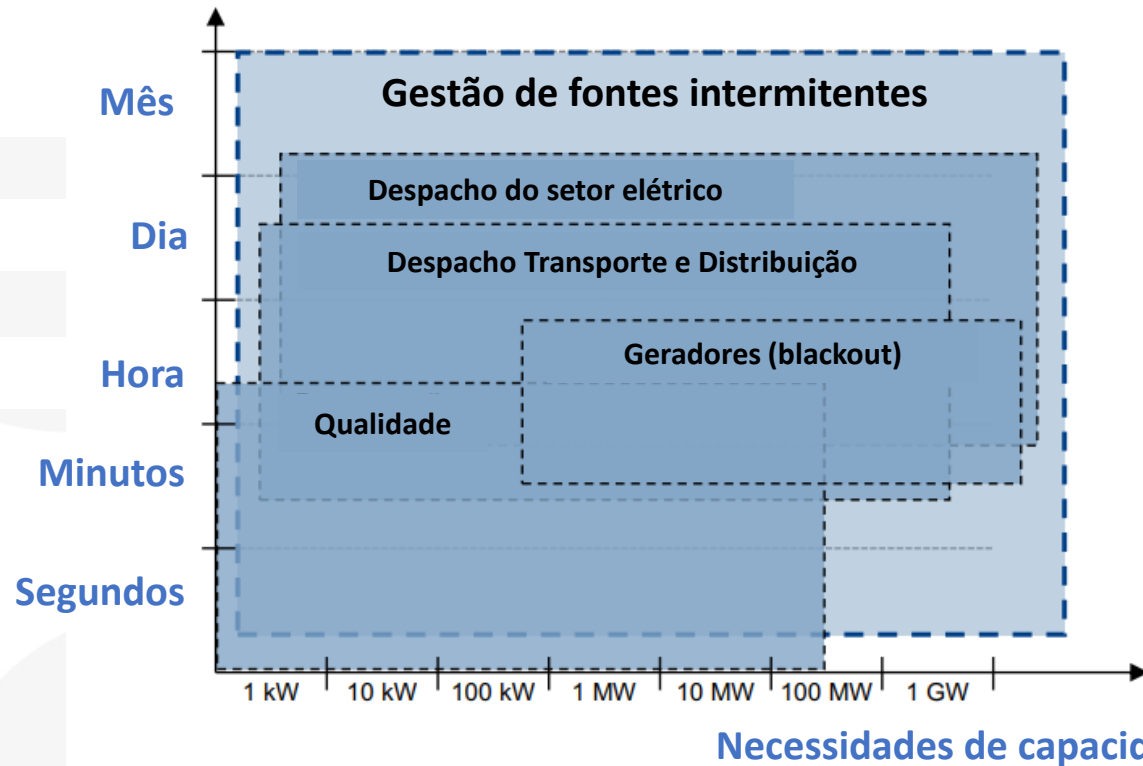
As cadeias de valor do hidrogénio podem ter configurações muito variadas



Características de necessidades de armazenamento de eletricidade

Tempo de descarga versus necessidades de capacidade (MW)

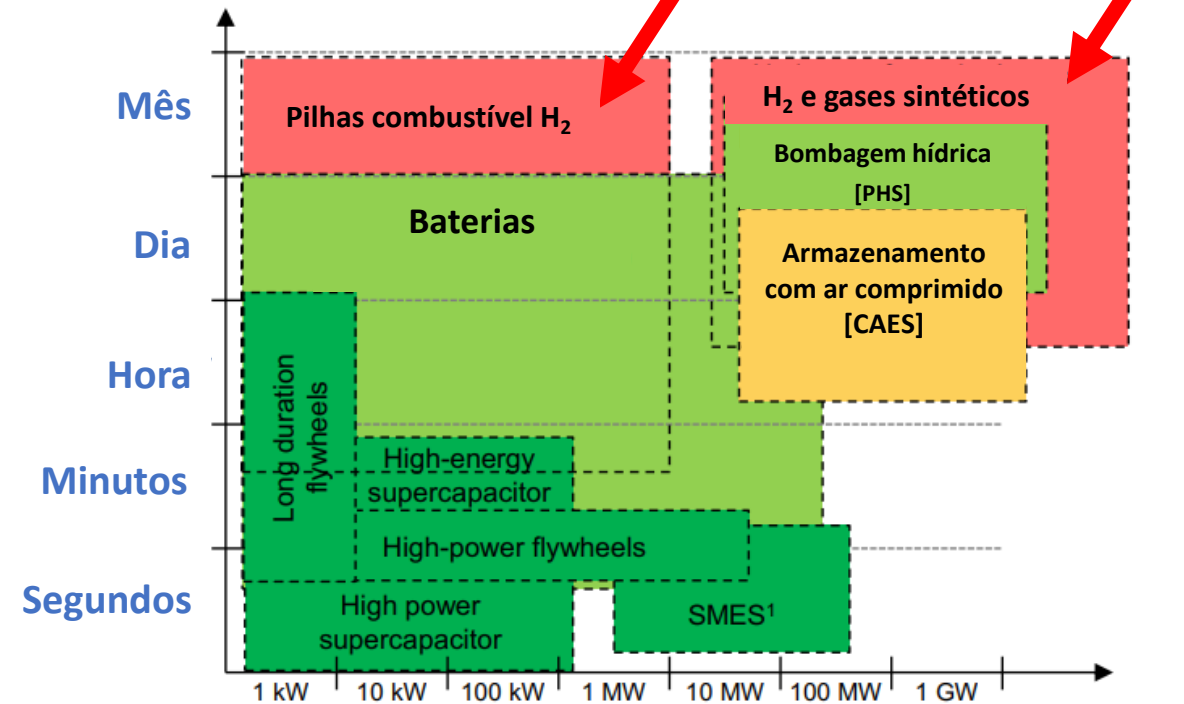
Tempo de descarga



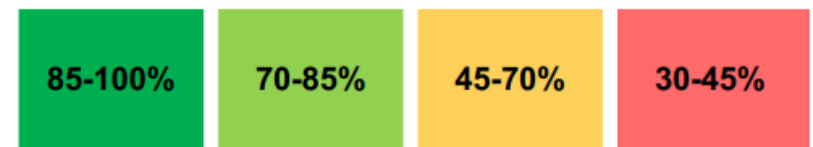
Características de tecnologias de armazenamento de eletricidade

Tempo de descarga versus necessidades de capacidade (MW)

Tempo de descarga



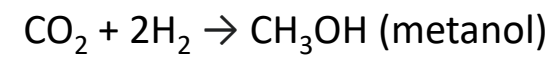
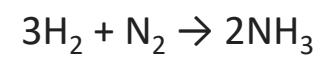
Eficiência do ciclo de armazenamento



Armazenamento de eletricidade: H₂ possibilita armazenamento de energia a larga escala e ainda de uma estação do ano para outra

Opções de armazenamento de H₂

	Estado gasoso				Estado líquido			Estado sólido
	Cavernas de sal	Jazidas gás exauridas	Cavernas naturais	Recipientes sob pressão	H ₂ líquido	Amoníaco	LOHCs	Metal hydrides
Principal utilização (volumes + ciclos)	Grandes volumes, meses - semanas	Grandes volumes, sazonal	Médios volumes, meses - semanas	Pequenos volumes, diário	Pequenos volumes, diário, semanas	Grandes volumes, meses - semanas	Grandes volumes, meses - semanas	Pequenos volumes, diário, semanas
Benchmark LCOS (\$/kg) ¹	\$0.23	\$1.90	\$0.71	\$0.19	\$4.57	\$2.83	\$4.50	Não avaliado
Futuro LCOS (\$/kg) ¹	\$0.11	\$1.07	\$0.23	\$0.17	\$0.95	\$0.87	\$1.86	Não avaliado
Disponibilidade geográfica	Limitada	Limitada	Limitada	Não Limitada	Não Limitada	Não Limitada	Não Limitada	Não Limitada



Arrefecer H₂ até ponto de fusão (-260°C)

- Grandes perdas de energia (24-45%)
- Perdas menores de energia (5-10%)

Source: BloombergNEF. Note: ¹ Benchmark levelized cost of storage (LCOS) at the highest reasonable cycling rate (see detailed research for details). LOHC – liquid organic hydrogen carrier.

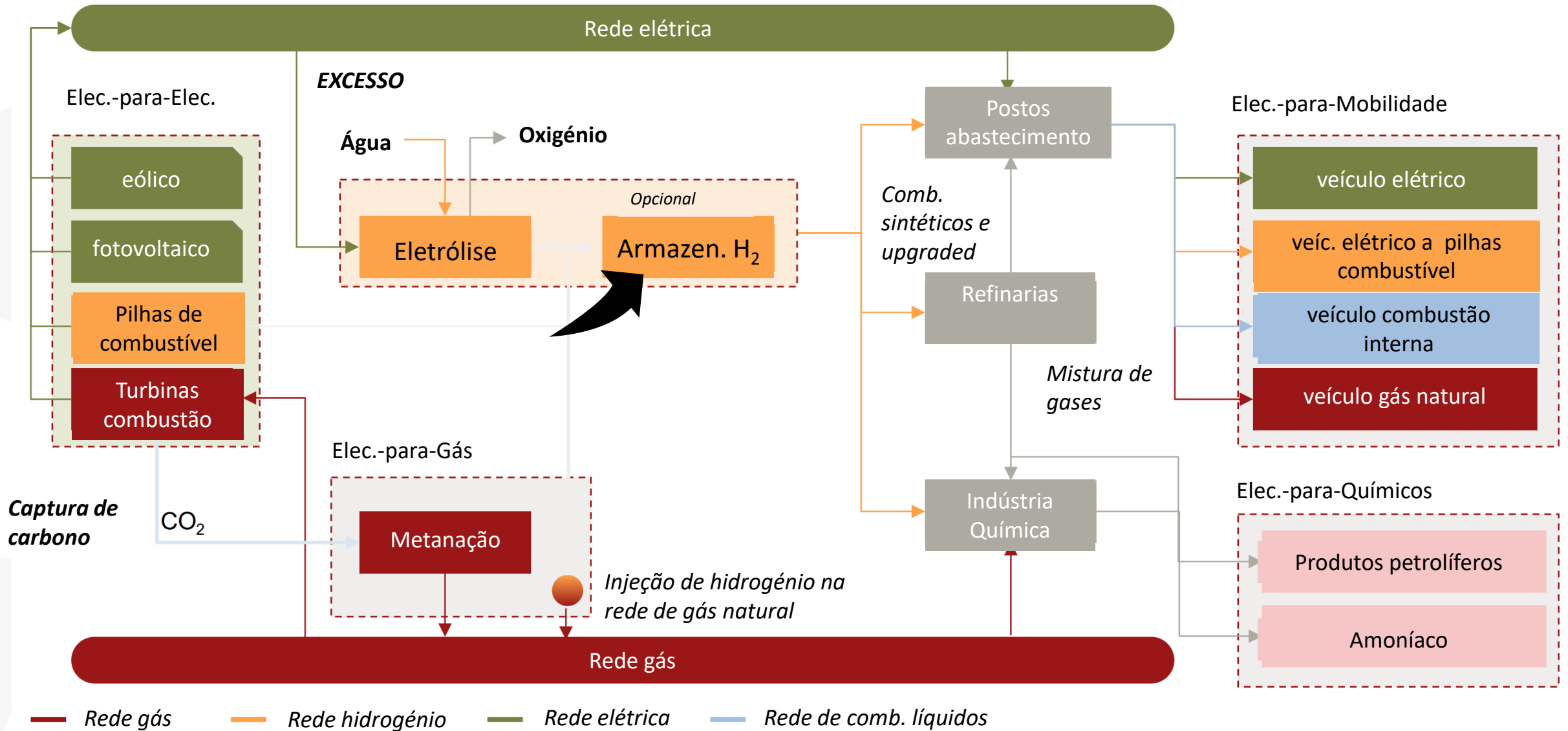
BloombergNEF, 2020

LOHC – “Liquid Organic H₂ Carriers”, i.e., metanol, dibenziltolueno e tolueno
 LCOS – “levelized cost of storage” (custo “nivelado” de armazenamento)

Nota: À data as cavernas de sal são os únicos tipos de formação geológica utilizadas com sucesso para armazenar hidrogénio no subsolo. As outras alternativas aqui apresentadas estão ainda em desenvolvimento para testar possibilidade de fugas e reatividade com rocha envolvente



Soluções de conversão de energia baseadas em H₂

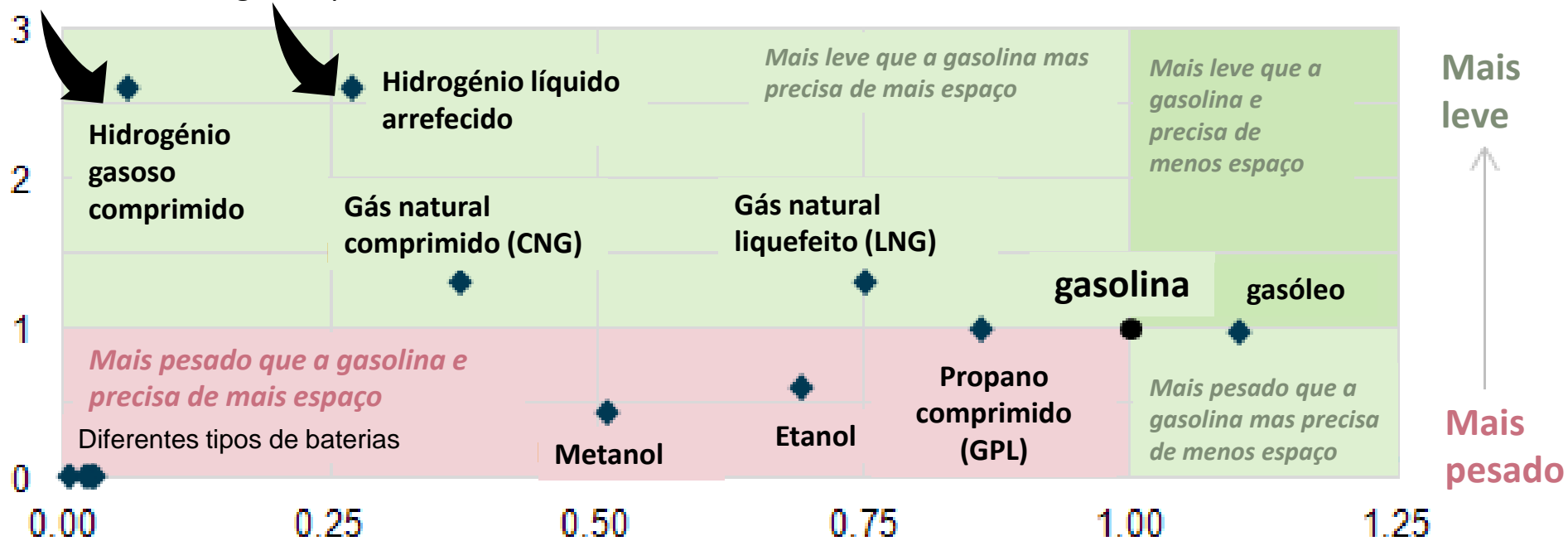


Desafios do armazenamento de H₂

- O H₂ às condições temperatura e pressão do ambiente tem uma **densidade energética volumétrica baixa** o que o torna bastante mais difícil de armazenar do que combustíveis fósseis como o gás natural – compressão, liquefação e absorção
- Se o hidrogénio substituísse o gás natural na economia mundial que temos atualmente, **seria necessário cerca de 3 a 4 vezes mais infraestrutura de armazenamento**

Comparação da densidade energética de vários combustíveis (em que a gasolina é a base de comparação = 1)

Conteúdo energético por unidade de massa



Necessita de mais espaço de armazenamento

Conteúdo energético por volume

Necessita de menos espaço de armazenamento

<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=9991>





LNEG
Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I. P.

 Geology and Geological Risk	 Mineral Technology	BUILDING A STRONGER AND CLEANER FUTURE	
 Resource Economics	 Geo-Information		 Geological Resources
 Bioenergy and Biorefineries	 Energy in the Built Environment		 Integration of Renewable Energies in the Energy System
	 Materials for Energy		 Renewable Energies



<http://www.lneg.pt>



LNEG Estrada da Portela
Bairro do Zambujal
Apartado 7586, Alfragide
2610-999 Amadora
Portugal



+351 210 924 600 / 1



sofia.simoese@lneg.pt

