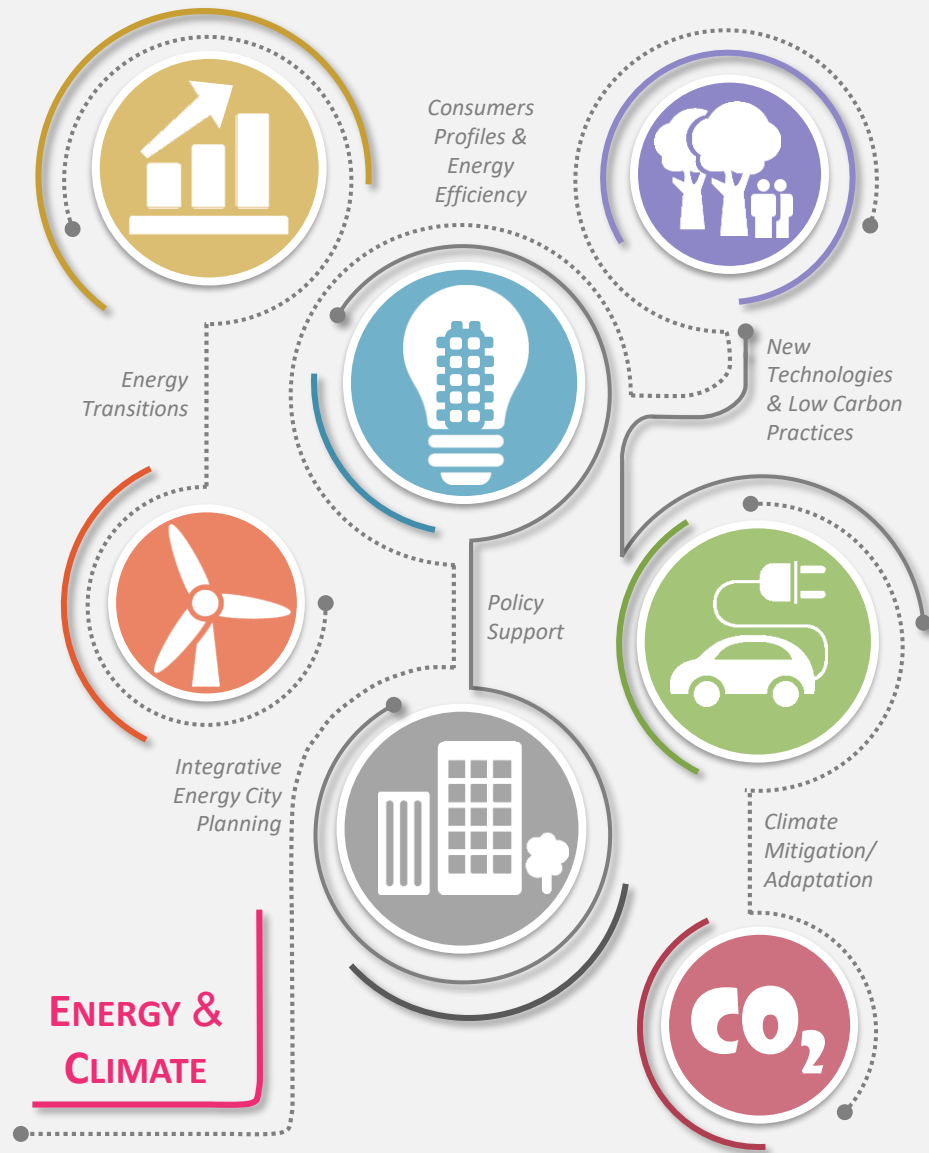


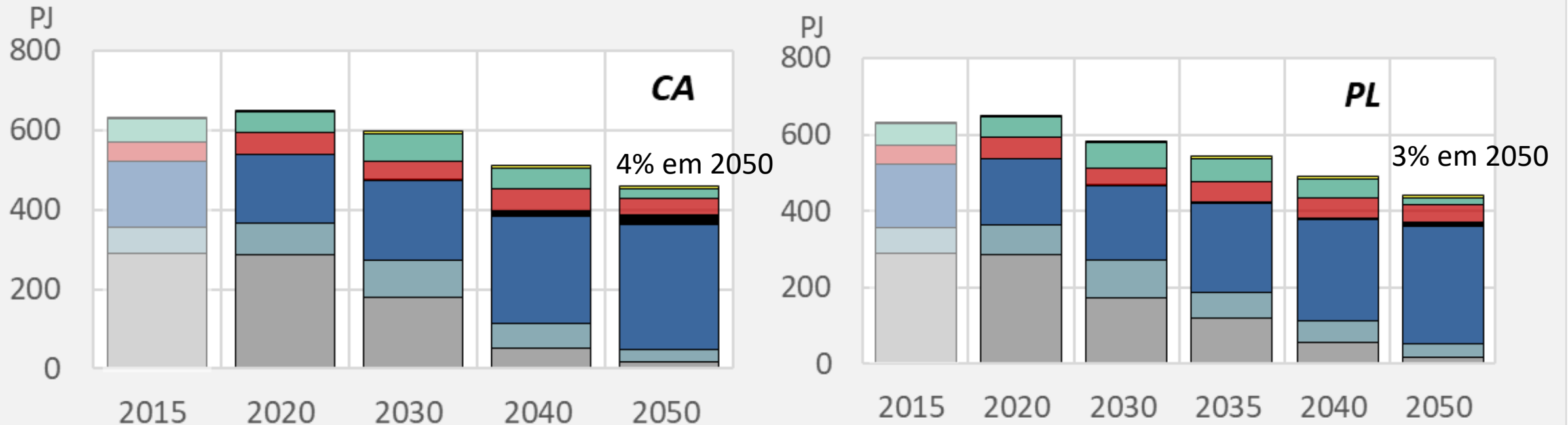
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DO H2 NO SISTEMA ENERGÉTICO NACIONAL E IDENTIFICAÇÃO DE FATORES CONDICIONANTES, NO PERÍODO ATÉ 2050

Cenário Extra, 28.11.2019

**Sofia Simões, Patrícia Fortes,
Júlia Seixas**



PENETRAÇÃO DO H2 NO RNC



- Produtos Petrolíferos
- Electricidade
- Calor
- Outras RES
- Gás Natural
- Hidrogénio
- Biomassa e resíduos

Metas de redução de GEE de 90%

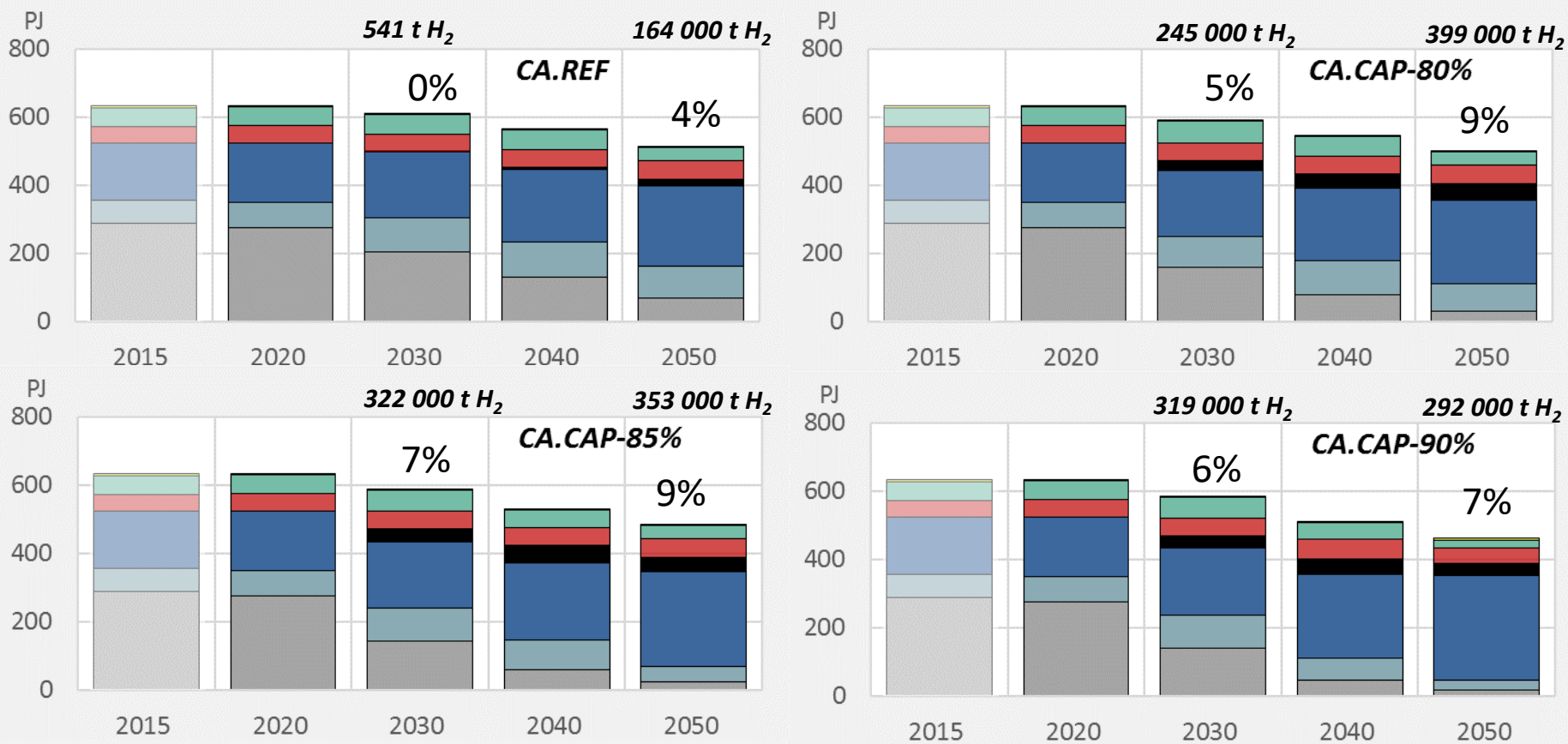
CA –cenário sócio económico Camisola Amarela

PL – cenário sócio económico Pelotão

DRIVERS DA PENETRAÇÃO DO H2 ESTUDADOS

1. **Metas de redução de CO2** (a partir de 80% face a 2005 / 85% / 90%)
2. **Redução custos de tecnologias de uso final** (-10%, -20%, -30%, 50%, -70% e -90%)
3. **Preços equivalentes** (capex- passageiro/km) para os veículos a H2 e a MCI a partir de 2025
4. **Reduzir a penetração dos carros a baterias** a cerca de 50% da mobilidade em veículos de passageiros
5. Forçar **armazenagem** 3%, 5% e 10% eletricidade (que se assume ser a custo zero)
6. Redução de **custos de PV** (centralizado-´20: 600 €/kW; ´30: 450 €/kW; ´40: 400 €/kW; ´50: 350 €/kW; roof ´20: 1000 €/kW; ´30: 800 €/kW; ´40: 700 €/kW; ´50: 500 €/kW)
7. **Cenário que combina:**
 - meta de redução de CO2 de 80% face a 2005
 - redução de custos de tecnologias de uso final em 10%
 - reduzir a penetração dos carros a baterias a cerca de 50% da mobilidade em veículos de passageiros

DRIVERS H2 | % H2 NA ENERGIA FINAL



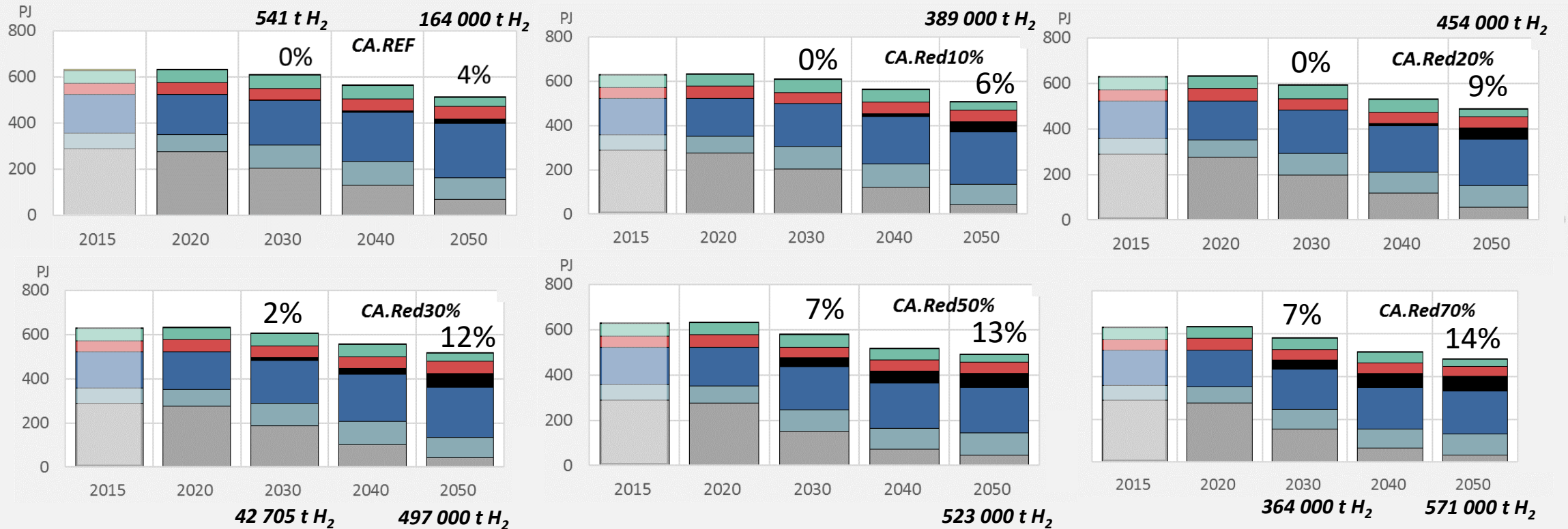
Não é possível atingir metas de descarbonização sem consumo de H₂ a partir de 2030

Consumo verifica-se sobretudo nos transportes de mercadorias

Metas de redução de CO₂ (80% face a 2005 / 85% / 90%)

- Produtos Petroliferos
- Gás Natural
- Electricidade
- Calor
- Biomassa e resíduos
- Hidrogénio
- Outras RES

DRIVERS H2 | % H2 NA ENERGIA FINAL (II)

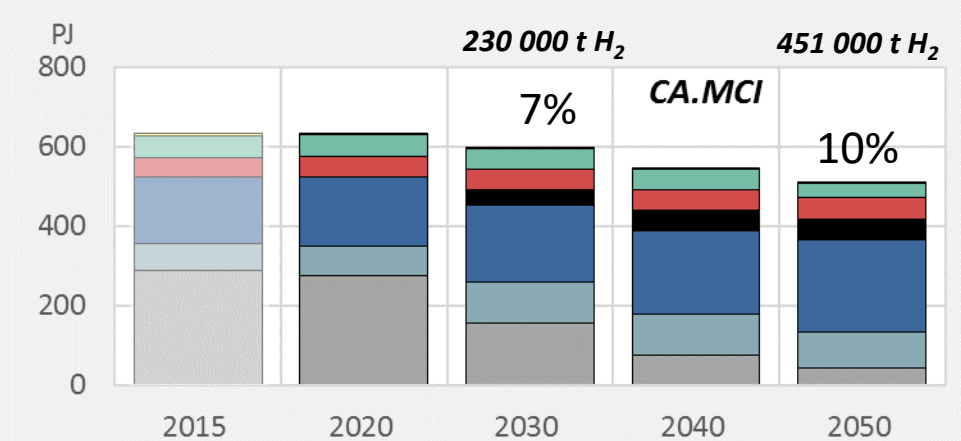
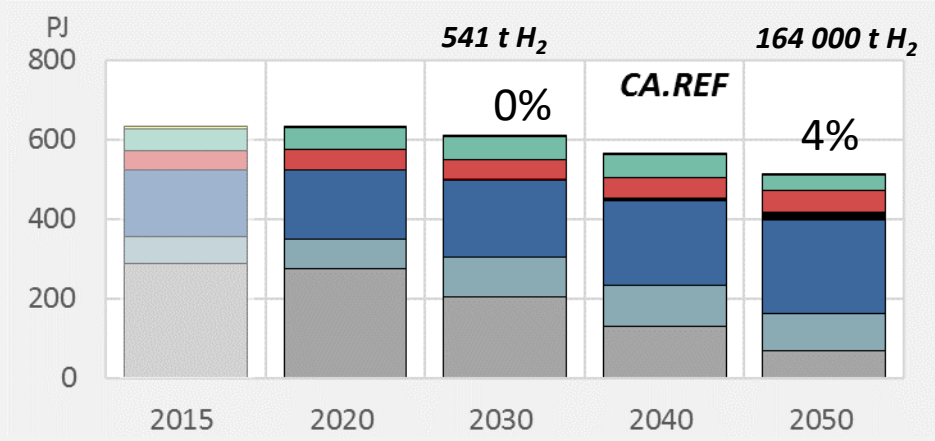


Com uma redução de custo de veículos na ordem dos 30% o transporte a H₂ torna-se competitivo logo em 2030 (sem qualquer meta de descarbonização). Pequenas alterações no preço de eletricidade tornam o transporte a H₂ mais competitivo

Redução custos de tecnologias de uso final (-10%, -20%, -30%, -50%)

- Produtos Petroliferos
- Electricidade
- Calor
- Outras RES
- Gás Natural
- Hidrogénio
- Biomassa e resíduos

DRIVERS H2 | % H2 NA ENERGIA FINAL (III)

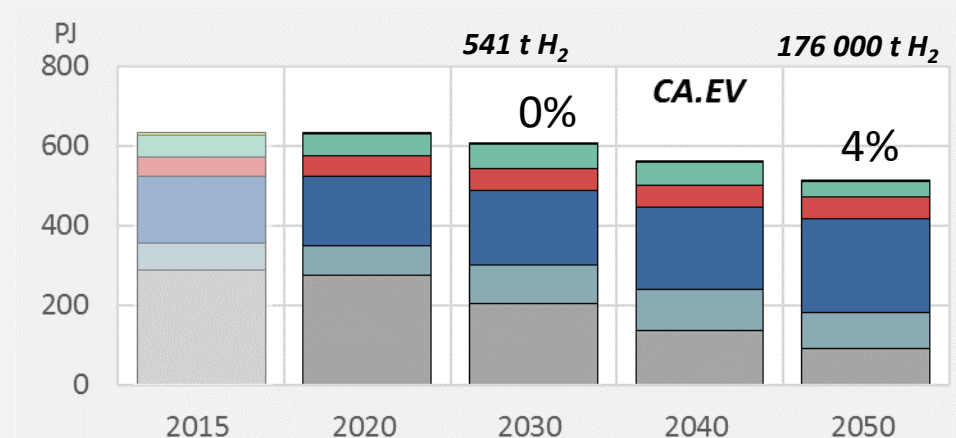
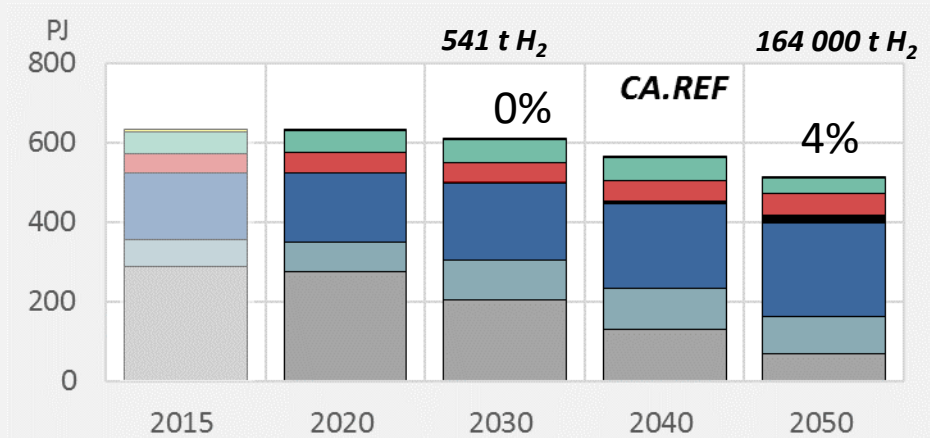


Com uma redução de custos de veículos a H₂ (sobretudo transporte de mercadorias pesado e de passageiros), a mobilidade a H₂ é custo-eficaz, mesmo sem qualquer objetivo de descarbonização.

Preços equivalentes (capex- passageiro/km) para os veículos a H₂ e a MCI a partir de 2025

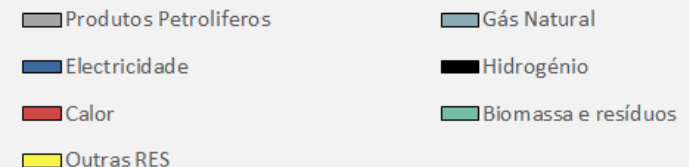
- Produtos Petrolíferos
- Gás Natural
- Electricidade
- Hidrogénio
- Calor
- Biomassa e resíduos
- Outras RES

DRIVERS H2 | % H2 NA ENERGIA FINAL (IV)

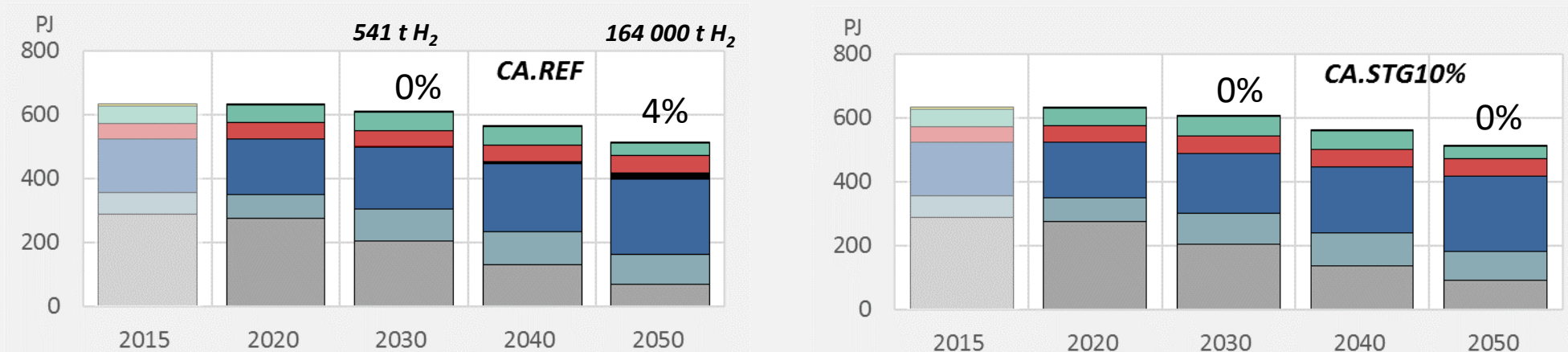


Ao reduzir a penetração dos carros a baterias, sem redução de custos de carros a H2 ou sem meta de descarbonização, o H2 não é custo-eficaz em 2030

Reduzir a penetração dos carros a baterias a cerca de 50% da mobilidade em veículos de passageiros



DRIVERS H2 | % H2 NA ENERGIA FINAL (V)

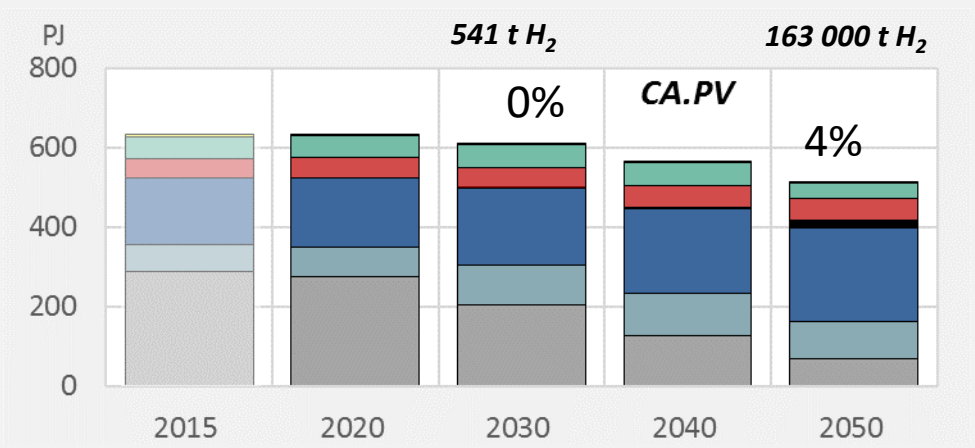
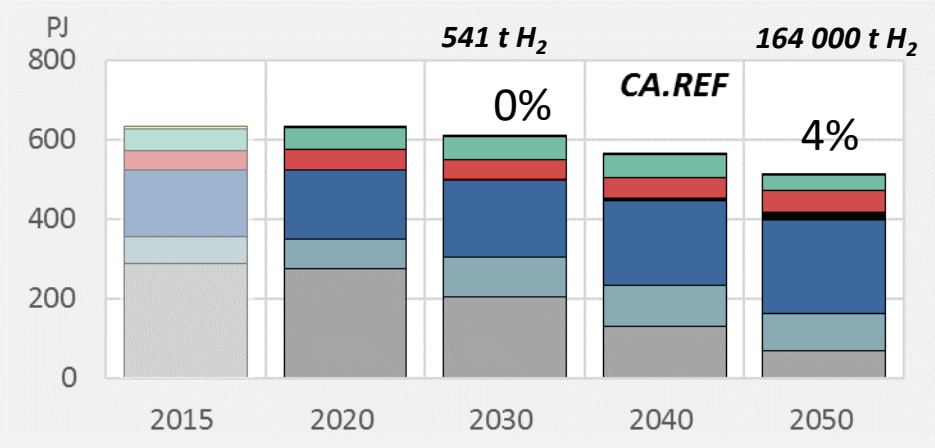


O H2 é utilizado para a armazenagem de energia elétrica mas não aumenta o seu consumo como forma de energia final, na verdade, como se alteram os preços de eletricidade, ele perde custo-eficácia em 2050

Forçar armazenagem 3%, 5% e 10% eletricidade (que se assume ser a custo zero)

- Produtos Petroliferos
- Electricidade
- Calor
- Outras RES
- Gás Natural
- Hidrogénio
- Biomassa e resíduos

DRIVERS H2 | % H2 NA ENERGIA FINAL (VI)

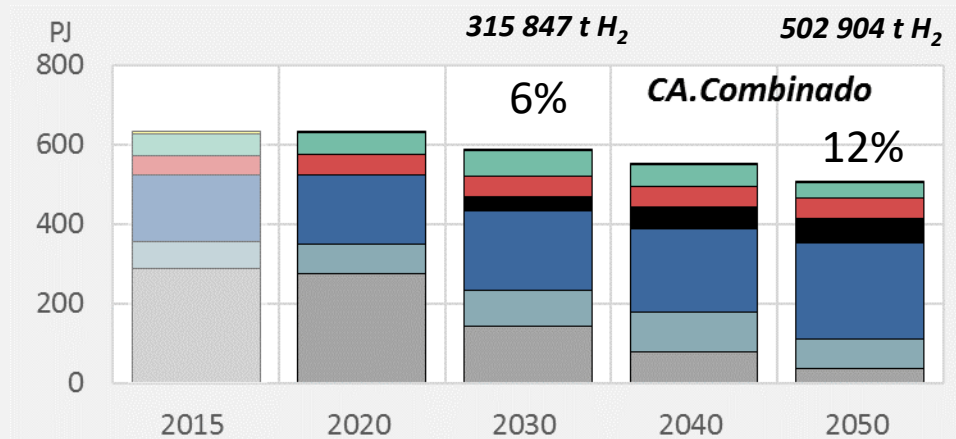


Os valores de PV utilizados no cenário de referência já são muito próximos da redução proposta e não surgem assim praticamente alterações face ao REF

Redução de custos de PV para eletrólise e produção de H₂

- Produtos Petrolíferos
- Electricidade
- Calor
- Outras RES
- Gás Natural
- Hidrogénio
- Biomassa e resíduos

DRIVERS H2 | % H2 NA ENERGIA FINAL EXTRA



Cenário combinado

- meta de redução de CO₂ de 80% face a 2005
- redução de custos de tecnologias de uso final em 10%
- reduzir a penetração dos carros a baterias a cerca de 50% da mobilidade em veículos de passageiros

Produtos Petroliferos

Electricidade

Calor

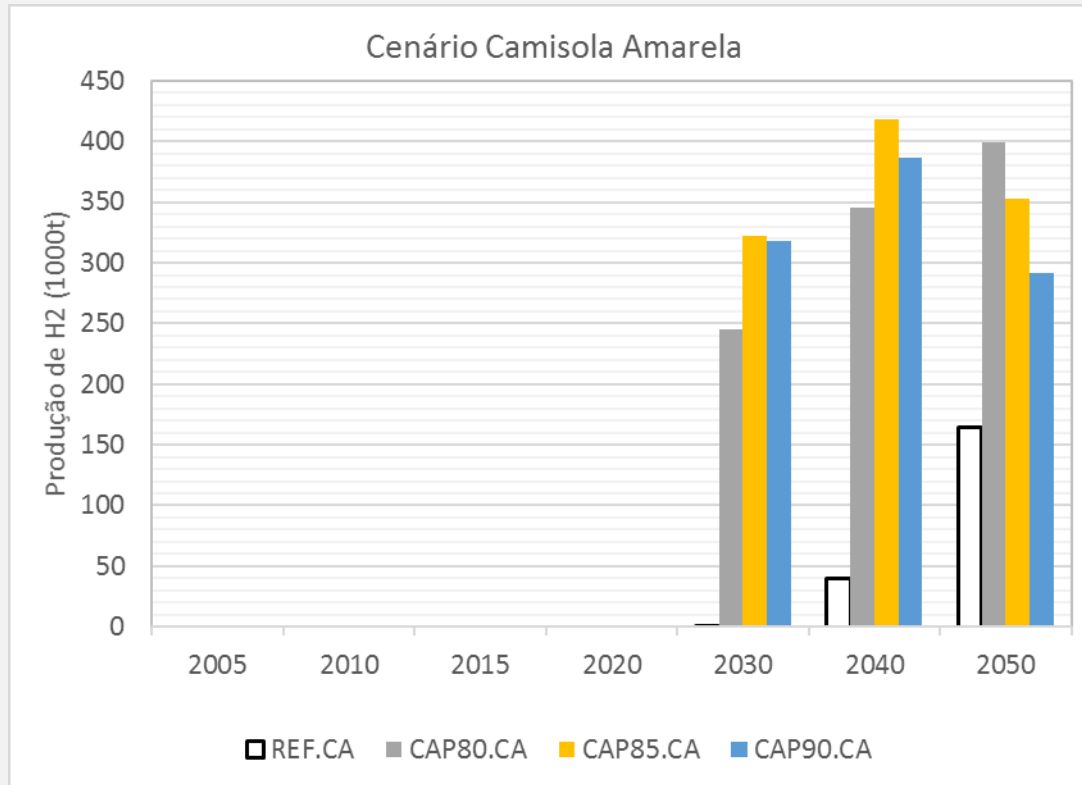
Outras RES

Gás Natural

Hidrogénio

Biomassa e resíduos

DRIVERS H2 | PRODUÇÃO DE H2



Metas de redução de GEE

REF

- Eletrólise Alcalina centralizada (até 2040)
- Eletrólise PEM centralizada (a partir 2040)

CAP80

- Reformação biomassa (porque o preço de eletricidade fica mais cara e é precisa noutros usos)
- + Eletrólise PEM centralizada (a partir 2040)

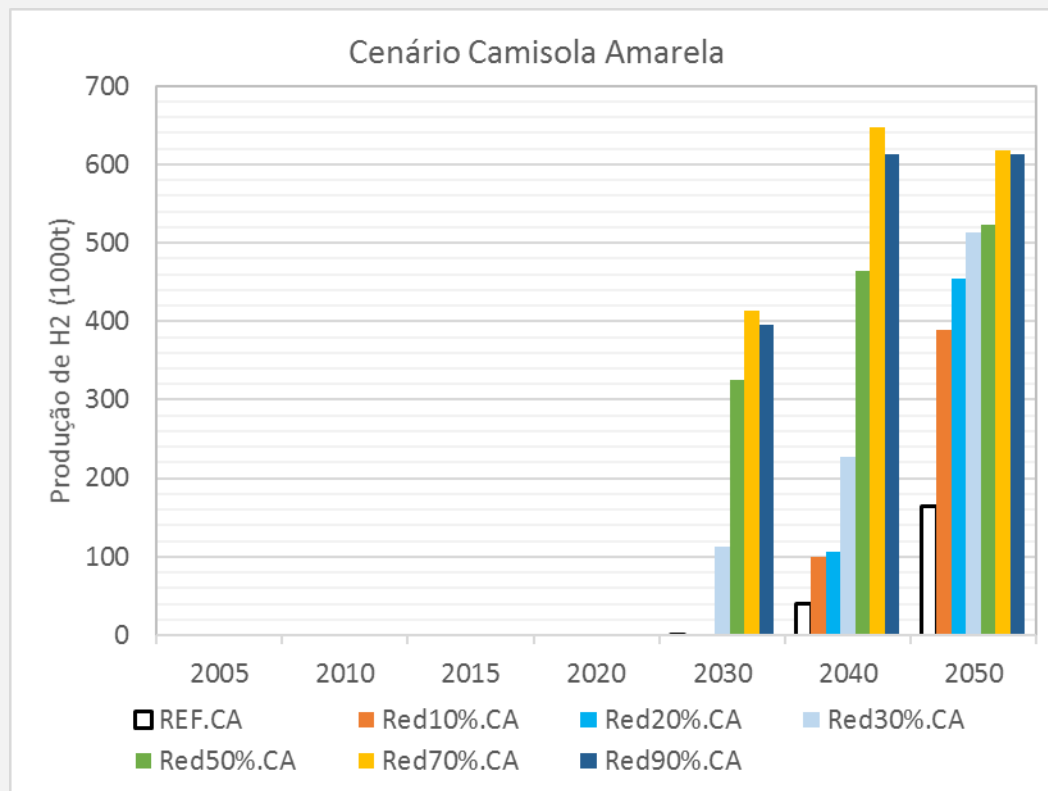
CAP85

- +Reformação biomassa (porque o preço de eletricidade fica mais cara e é precisa noutros usos)
- + Eletrólise PEM centralizada (a partir 2040)

CAP90

- ++ Reformação biomassa (porque o preço de eletricidade fica mais cara e é precisa noutros usos)
- ++ Eletrólise PEM centralizada (a partir 2040)

DRIVERS H2 | PRODUÇÃO DE H2 (II)



Redução custos no uso final

REF

- Eletrólise Alcalina centralizada (até 2040)
- Eletrólise PEM centralizada (a partir 2040)

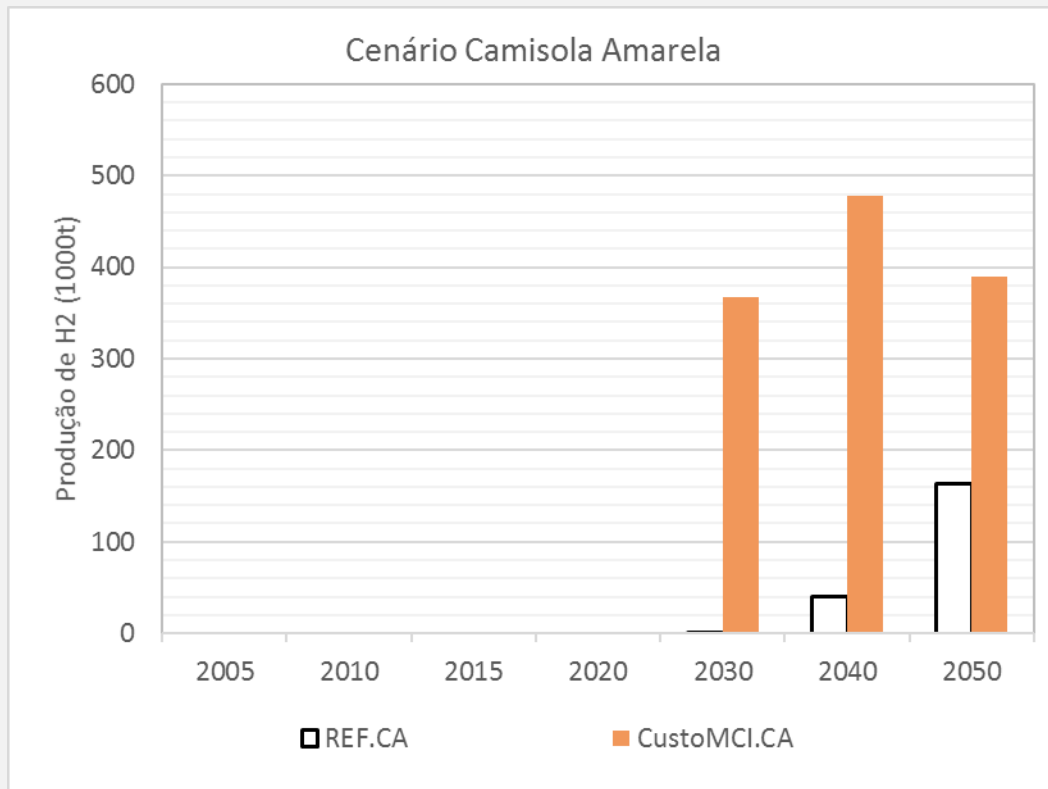
Red10% a 50%

- + Eletrólise Alcalina centralizada (até 2040)
- + Eletrólise PEM centralizada (a partir 2040)

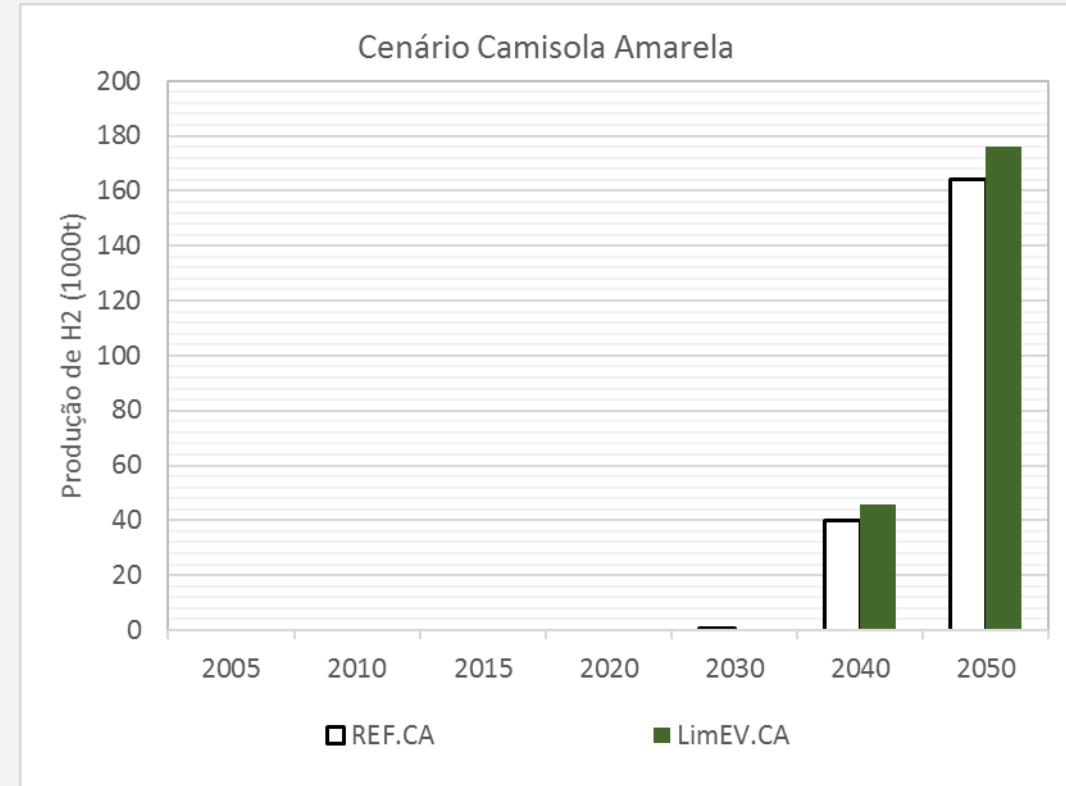
Red50% a 90%

- + Eletrólise Alcalina centralizada (até 2040)
- +++Eletrólise PEM centralizada (a partir 2040)
- apoiadas com reformação biomassa (para evitar instalação de nova capacidade de eletricidade sobretudo no período 2030-2040 e em 2050 apenas para Red70% e Red90%)

DRIVERS H2 | PRODUÇÃO DE H2 (III)

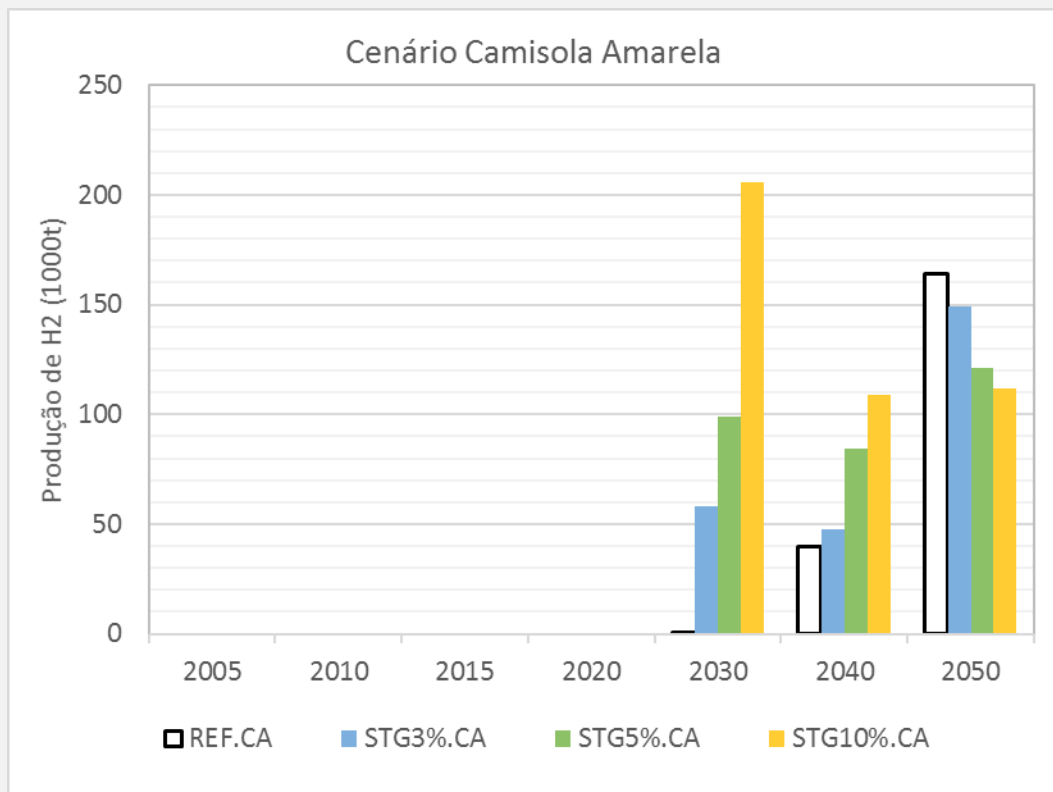


Custo veículo a H2 (carro, caminhão e autocarros) = MCI



Limitação penetração veículo a baterias

DRIVERS H2 | PRODUÇÃO DE H2 (IV)



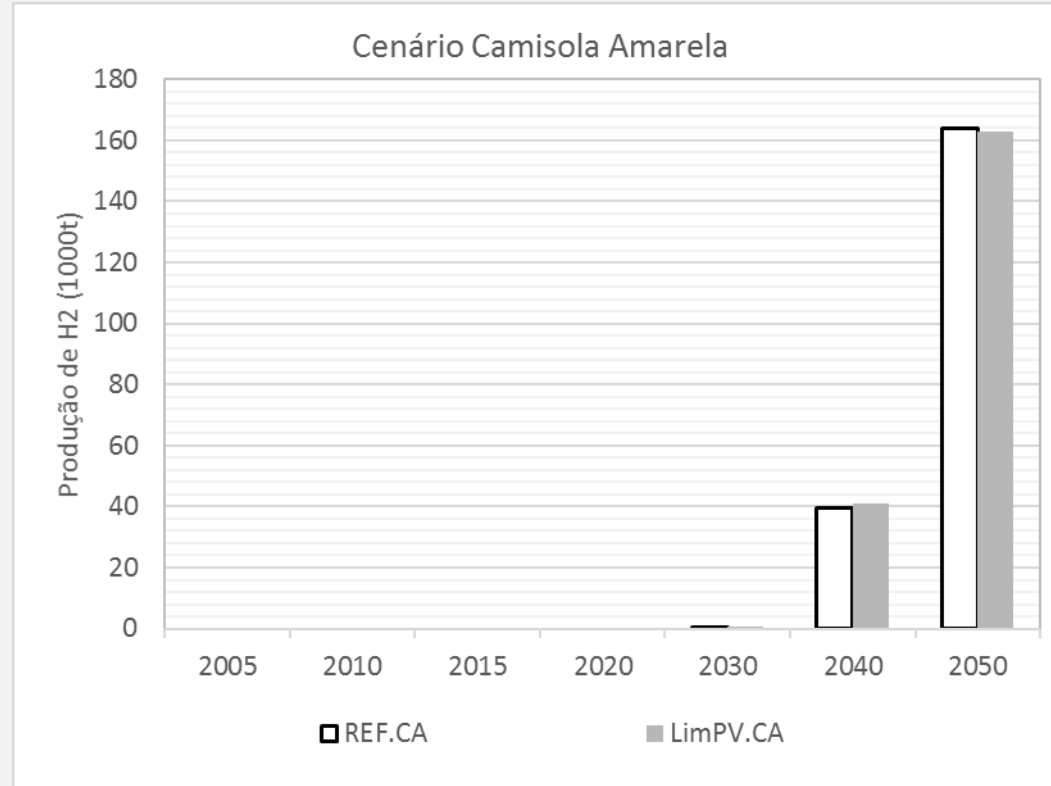
Forçar a armazenagem de eletricidade (custo “zero”)

Produção de H2

- Electrólise Alcalina centralizada
- Eletrólise PEM centralizada (a partir de 2040)

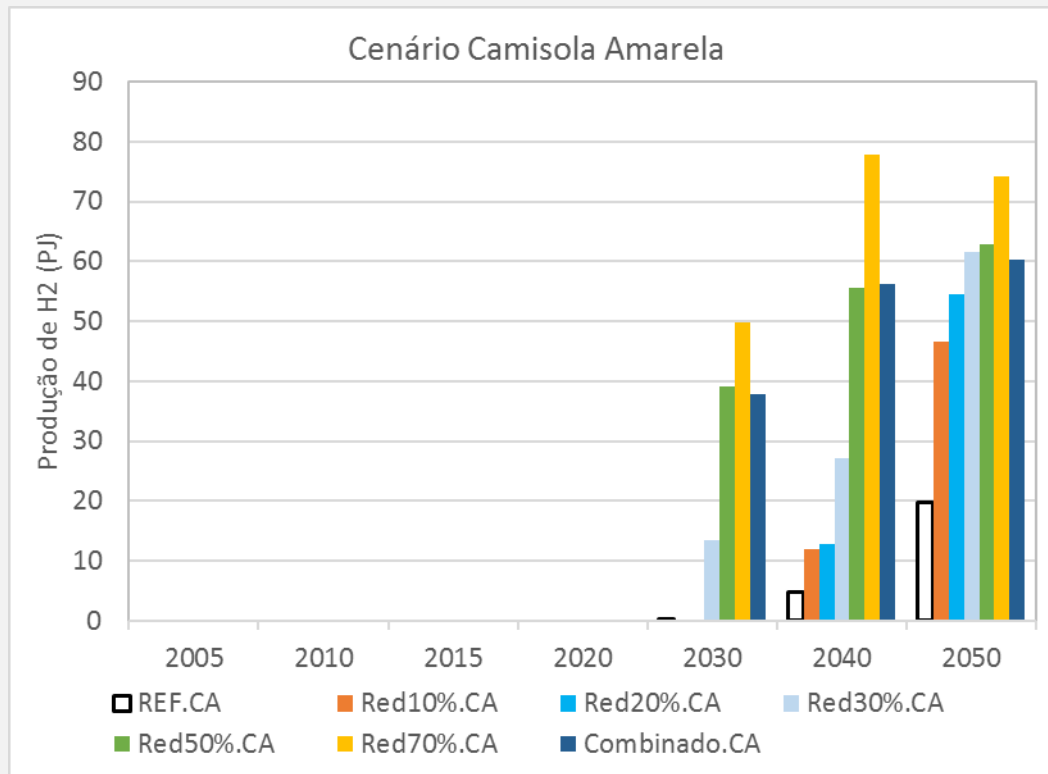
A partir de 2040 - competição com as baterias Li-Na

DRIVERS H2 | PRODUÇÃO DE H2 (V)



Redução custos PV

DRIVERS H2 | PRODUÇÃO DE H2 EXTRA

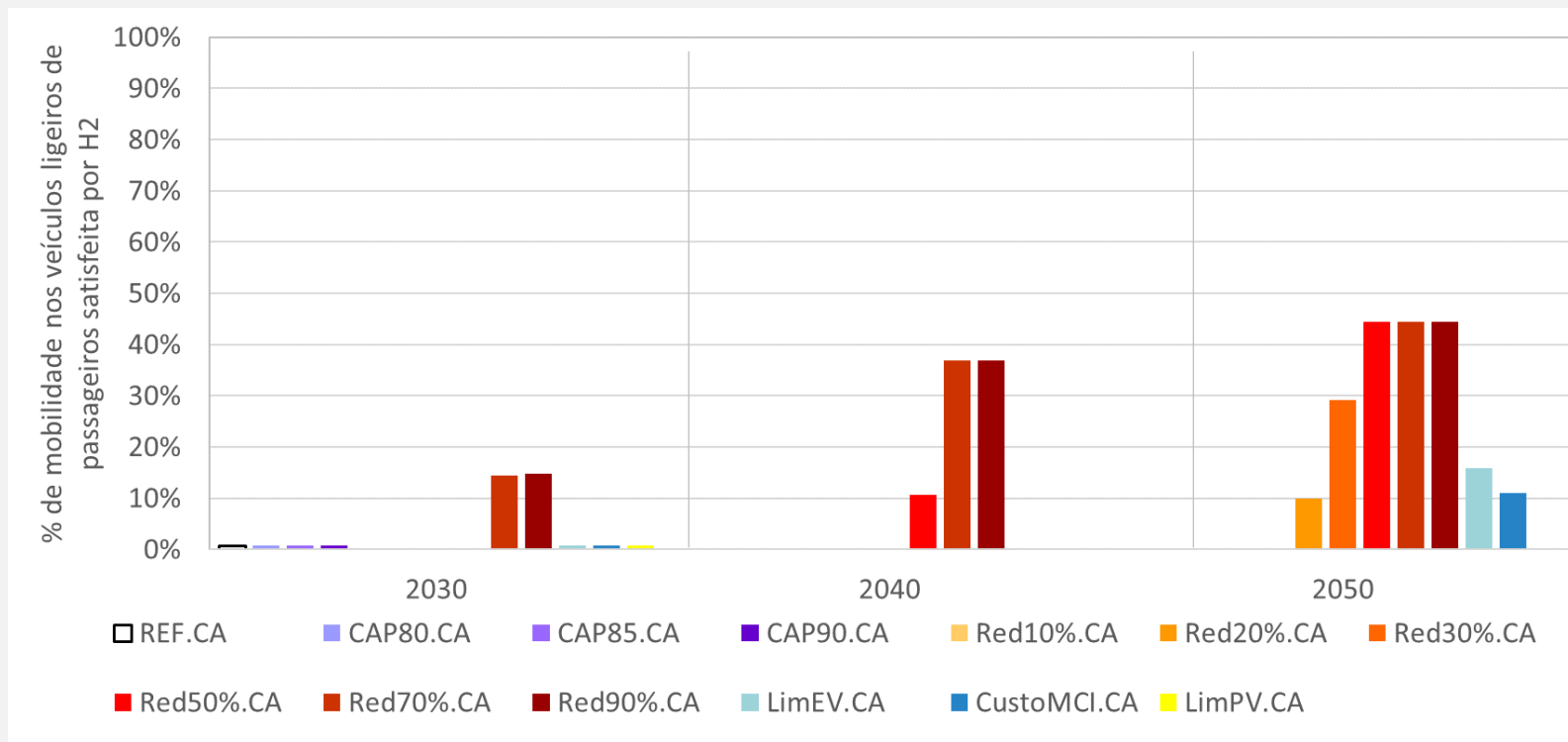


Metas de redução de GEE

Combinado.CA

- Reformação de biomassa (até 2030 e gradualmente menor contributo até 2050)
- Eletrólise centralizada (a partir 2030)

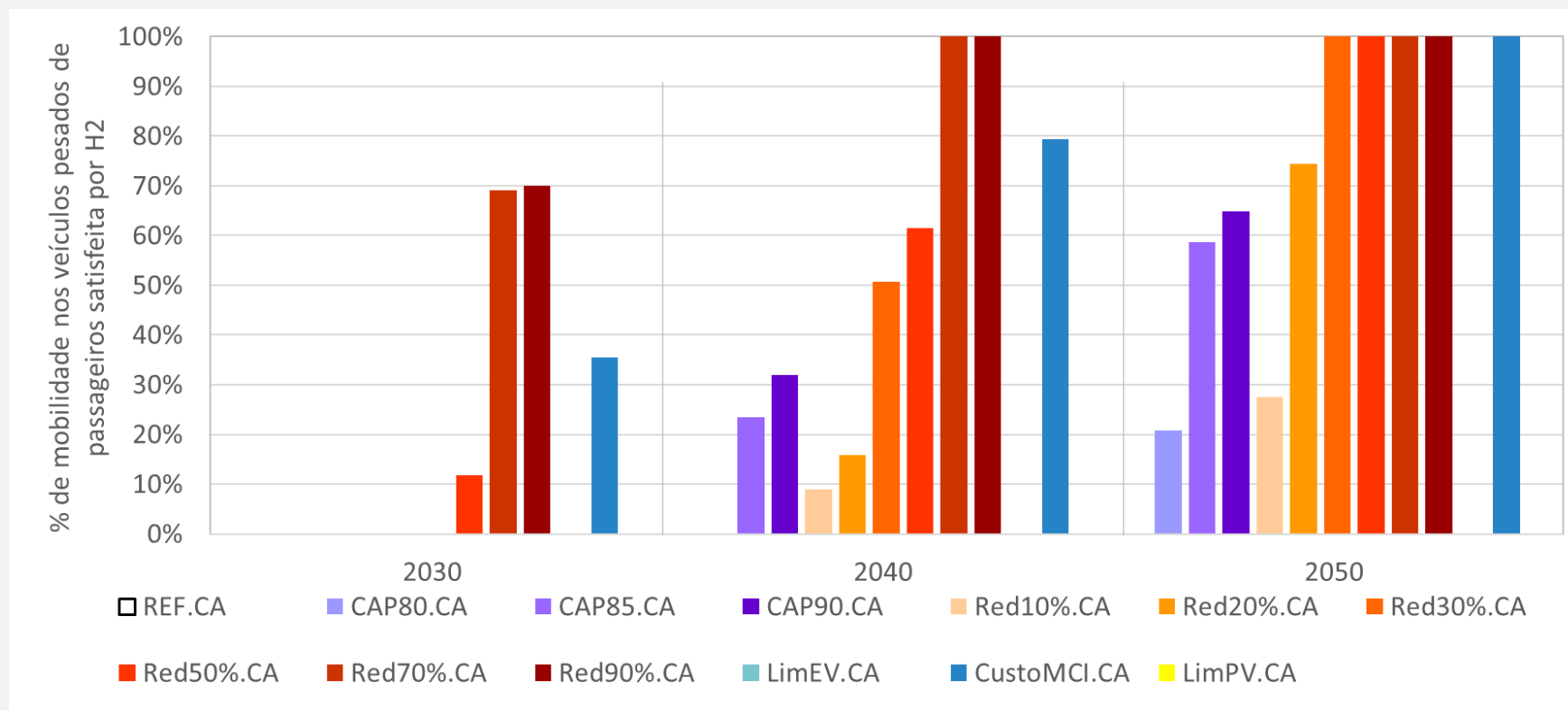
% MOBILIDADE A H2 VEÍCULOS LIGEIROS PASSAGEIROS



Cenário combinado
2030: 0%
2050: 40%

Nos veículos ligeiros de passageiros em 2030, a mobilidade a H2 só é custo-eficaz com reduções de custo na ordem dos 70% ou mais, entregando até 15% da mobilidade neste modo. Em 2050, a mobilidade a H2 já é custo-eficaz com reduções de custo a partir dos 20%, entregando até 44% da mobilidade neste modo. A descarbonização por si só não é uma driver dos veículos ligeiros a H2 uma vez que competem com os veículos a baterias.

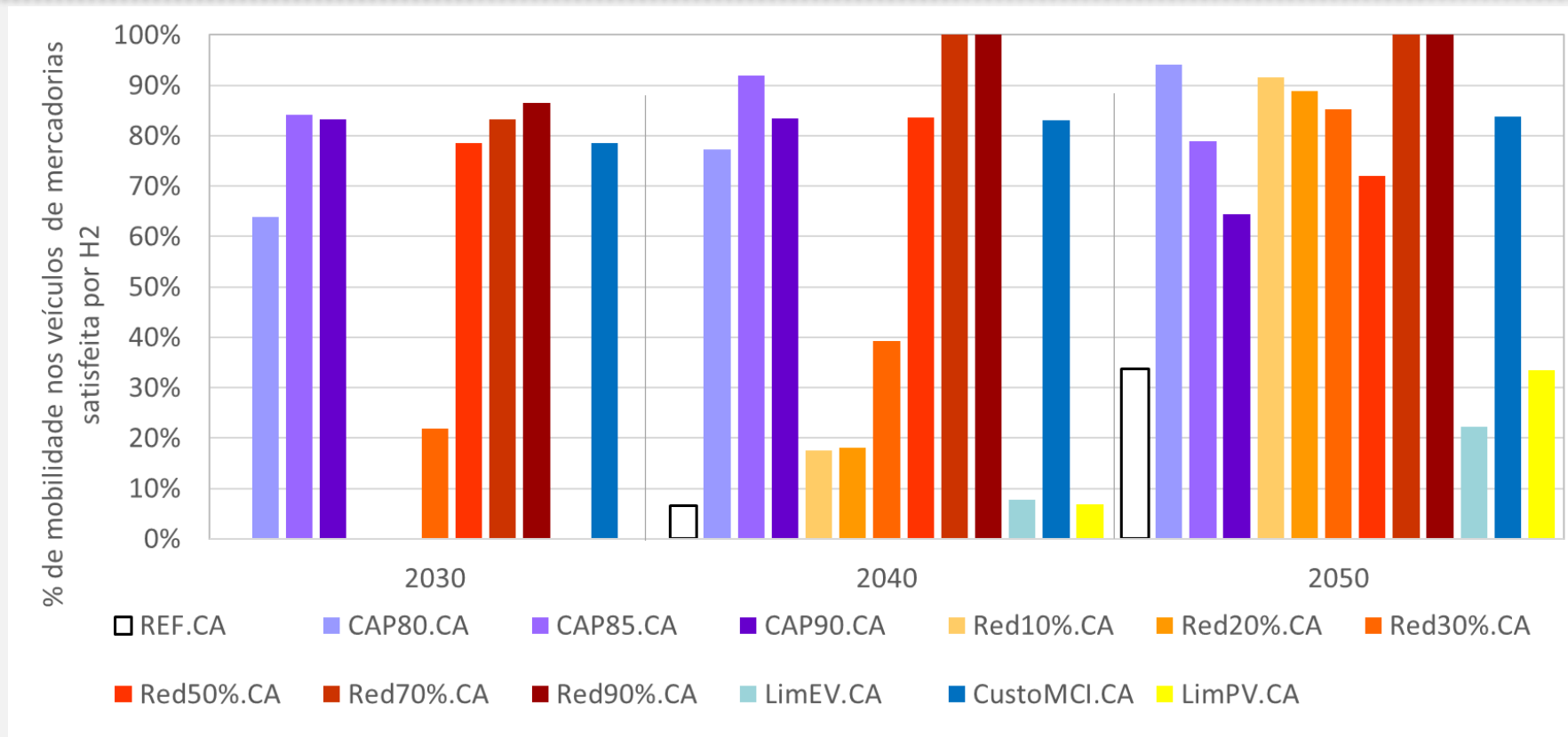
% MOBILIDADE A H2 VEÍCULOS PESADOS DE PASSAGEIROS



Cenário combinado
 2030: 0%
 2050: 39%

Nos veículos pesados de passageiros em 2030, a mobilidade a H2 só é custo-eficaz com reduções de custo na ordem dos 50% ou mais, entregando até 70% da mobilidade neste modo. A partir de 2040, a mobilidade em autocarros a H2 é necessária para a descarbonização. Sem descarbonização é custo-eficaz com reduções de custo a partir dos 10% (27% da mobilidade neste modo). Com reduções maiores pode chegar-se aos 100% das deslocações em autocarros.

% MOBILIDADE A H2 VEÍCULOS DE MERCADORIAS

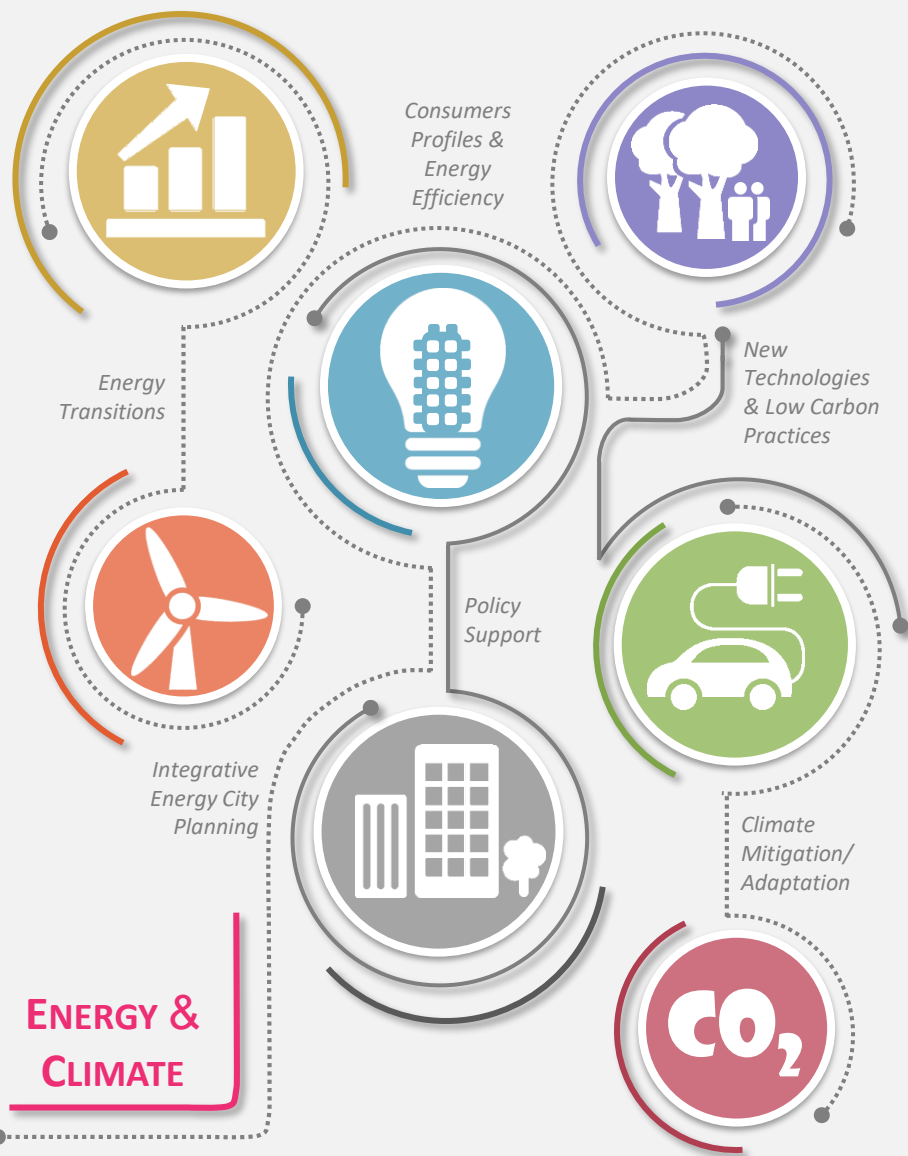


Cenário combinado
 2030: 77%
 2050: 83%

Nos veículos de mercadorias a mobilidade a H2 é custo-eficaz em 2040, sem qualquer redução de custos ou meta de descarbonização. Logo em 2030 o transporte de mercadorias a H2 é fundamental para a descarbonização. Sem descarbonização é custo-eficaz com reduções de custo a partir dos 30% em 2030 (22% da mobilidade neste modo). Em 2050 reduções de apenas 10% tornam o transporte de mercadorias a H2 a opção chave neste modo (entre 90 a 100% das deslocções).

MENSAGENS CHAVE DA MODELAÇÃO

- › A **mobilidade a H2 é fundamental para assegurar o cumprimento com objetivos de descarbonização**, sobretudo no transporte de mercadorias, logo a partir de 2030 (com 60-85% do transporte de mercadorias assegurado pelo H2) – estes valores pressupõem taxas de renovação de stock muito elevadas e porventura “irrealistas”. No entanto mostram claramente o custo-eficácia e relevância deste vetor já no curto-médio prazo;
- › Mesmo sem considerar a descarbonização, o **transporte de mercadorias a H2 torna-se competitivo com reduções de custo na ordem dos 30% em 2030**;
- › A competitividade do H2 na mobilidade é também relevante para o **transporte pesado de passageiros**: ou a partir de 2030 com uma redução de custos de pelo menos 50% ou a partir de 2040 para cumprir com as metas de descarbonização;
- › O custo-eficácia do H2 em 2030 é **muito sensível ao preço de eletricidade**, uma vez que praticamente todo o H2 é gerado por eletrólise;
- › O H2 pode vir a desempenhar um papel importante **na armazenagem de eletricidade intermitente já em 2030**, sendo mais custo-eficaz que as baterias Li-Na (quando aplicáveis);
- › O **blending** de H2 na rede de gás natural aumenta bastante o custo-eficácia do H2 no consumo final. Esta opção deverá ser mais explorada futuramente na modelação;
- › Dependendo do cenário considerado, em **2030**, poderão produzir-se em Portugal entre **541 a 322 000 toneladas de H2**. Em 2050 poderão ser entre 154 000 a 571 000 toneladas de H2.



Sofia Simões

sgcs@fct.unl.pt

Patrícia Fortes

p.fs@fct.unl.pt

Júlia Seixas

mjs@fct.unl.pt