

**PORTUGAL :
ENERGIAS NÃO
CONVENCIONAIS**

1. Portugal: Dados Gerais



Portugal: Dados gerais

Território

Açores



Madeira



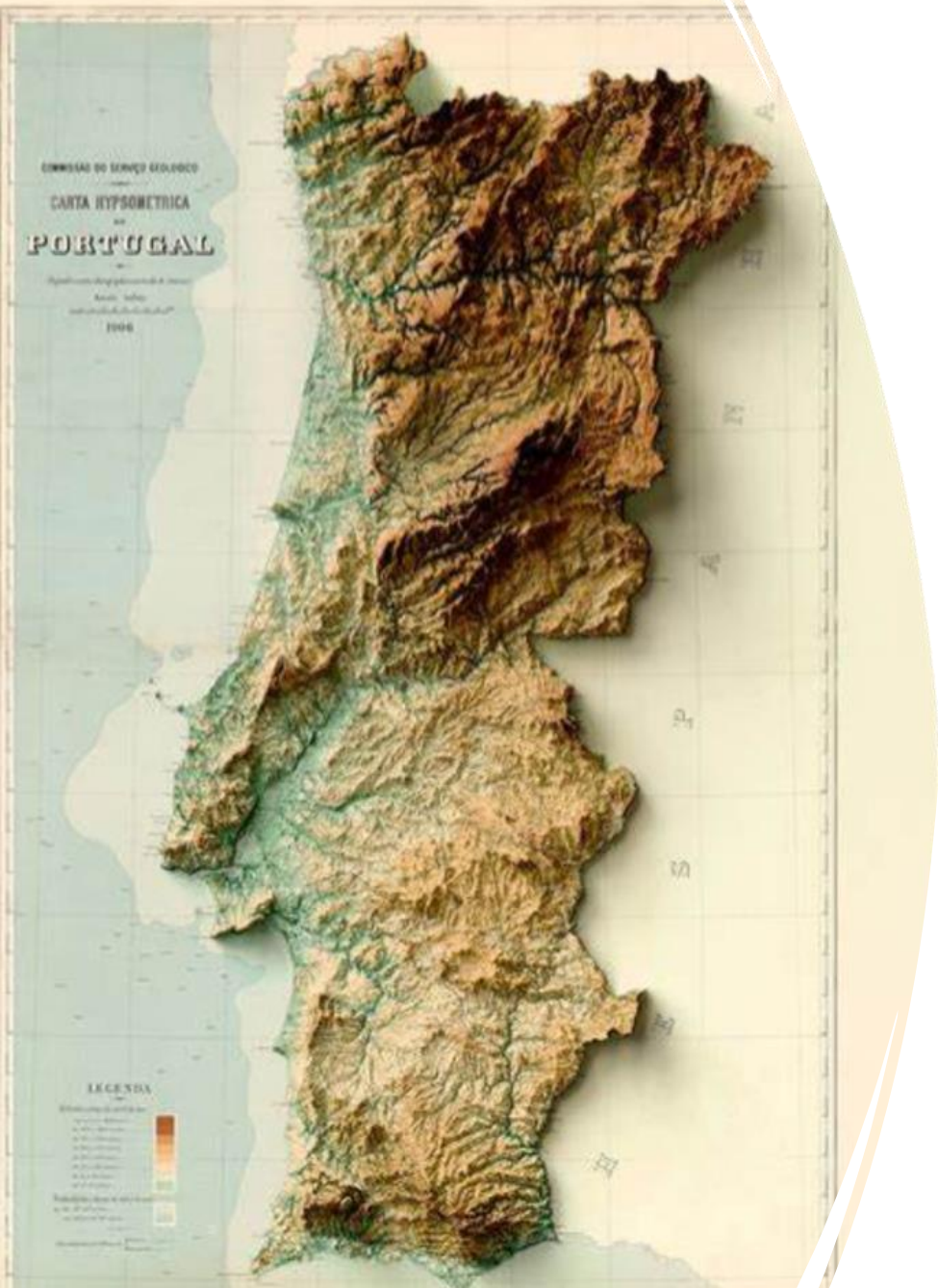
- ❖ **Superfície total: 92225 km²**
- ❖ **Territórios:**
 - **Continental (89102 km²)**
 - **Arquipélago da Madeira (801 km²)**
 - **Arquipélago dos Açores (2322 km²)**
- **UE27 ranking: #12**

Portugal: Dados gerais

Geopolítica

- ❖ Uma das mais antigas nações da Europa -
Fundação : 1143 (Tratado de Zamora)
- ❖ República desde 1910
- ❖ Membro fundador da NATO (1949)
- ❖ Membro da União Europeia desde 1.jan.1986
- ❖ Espaço Schengen: Membro desde 26.mar.1995
- ❖ Moeda: Euro (membro da zona euro desde 1.jan.1999)





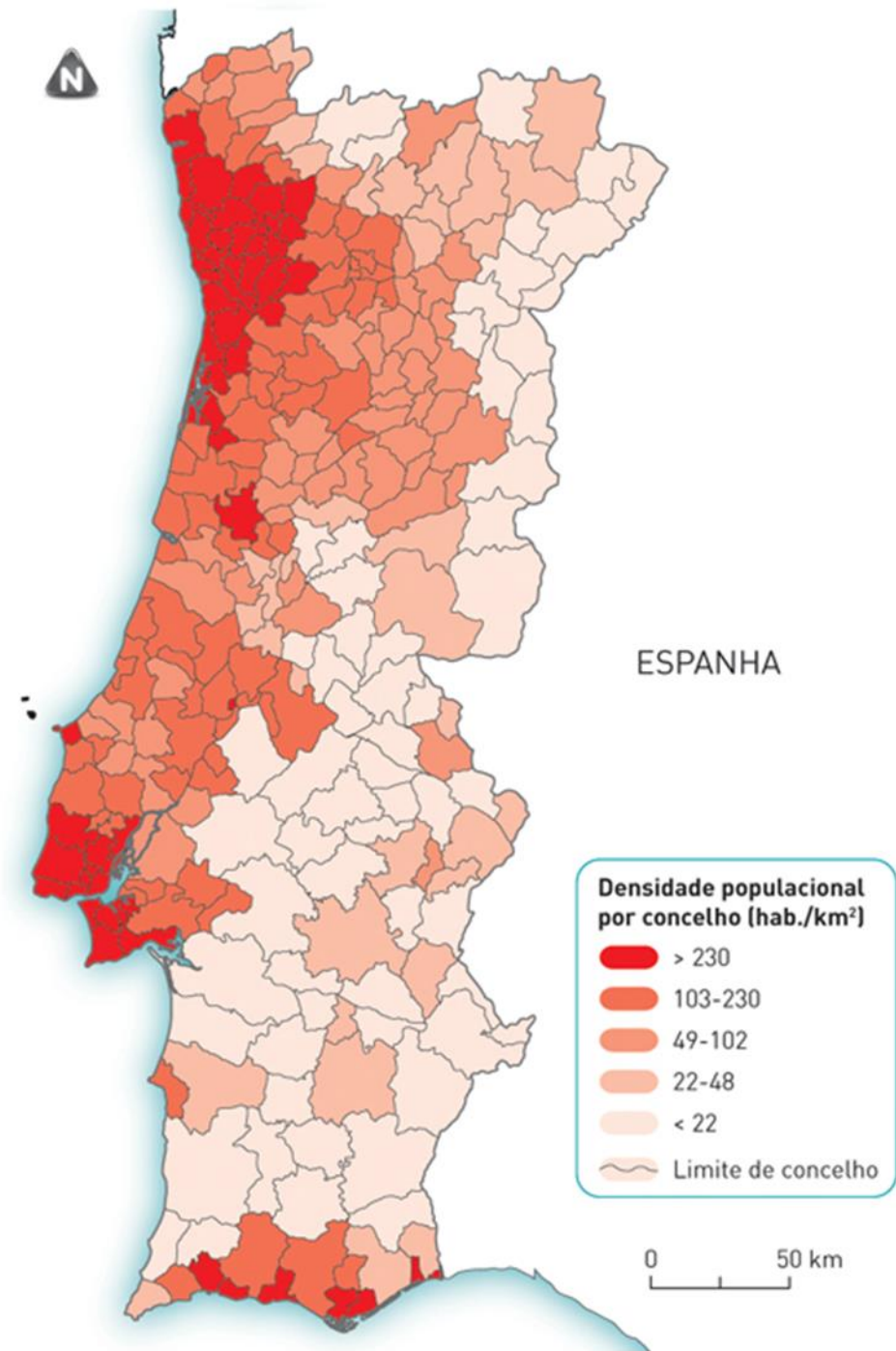
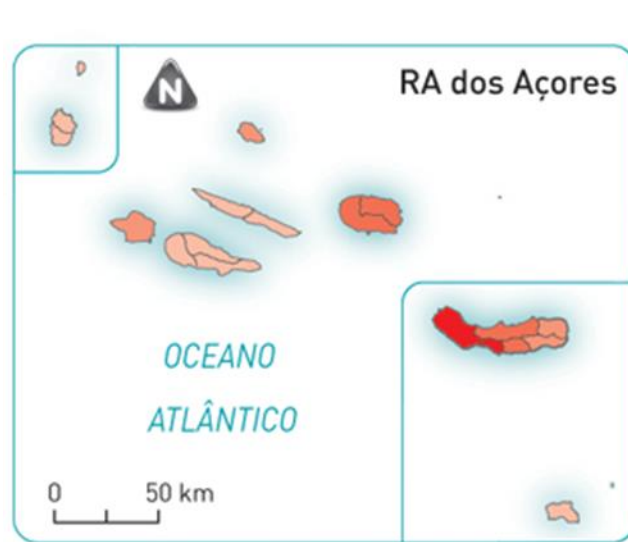
Portugal: Dados gerais

Relevo e População

- ❖ **População residente (censo 2021)**
 - **10 343 066**
 - **Nacionais: 94.8 %**
 - **Estrangeiros: 5.2%**
- ❖ **UE27 ranking: #12**
- ❖ **Portugueses no estrangeiro (estimativa)**
 - **Naturais de Portugal : 2,3 milhões**
 - **Luso descendentes : 2,9 milhões**

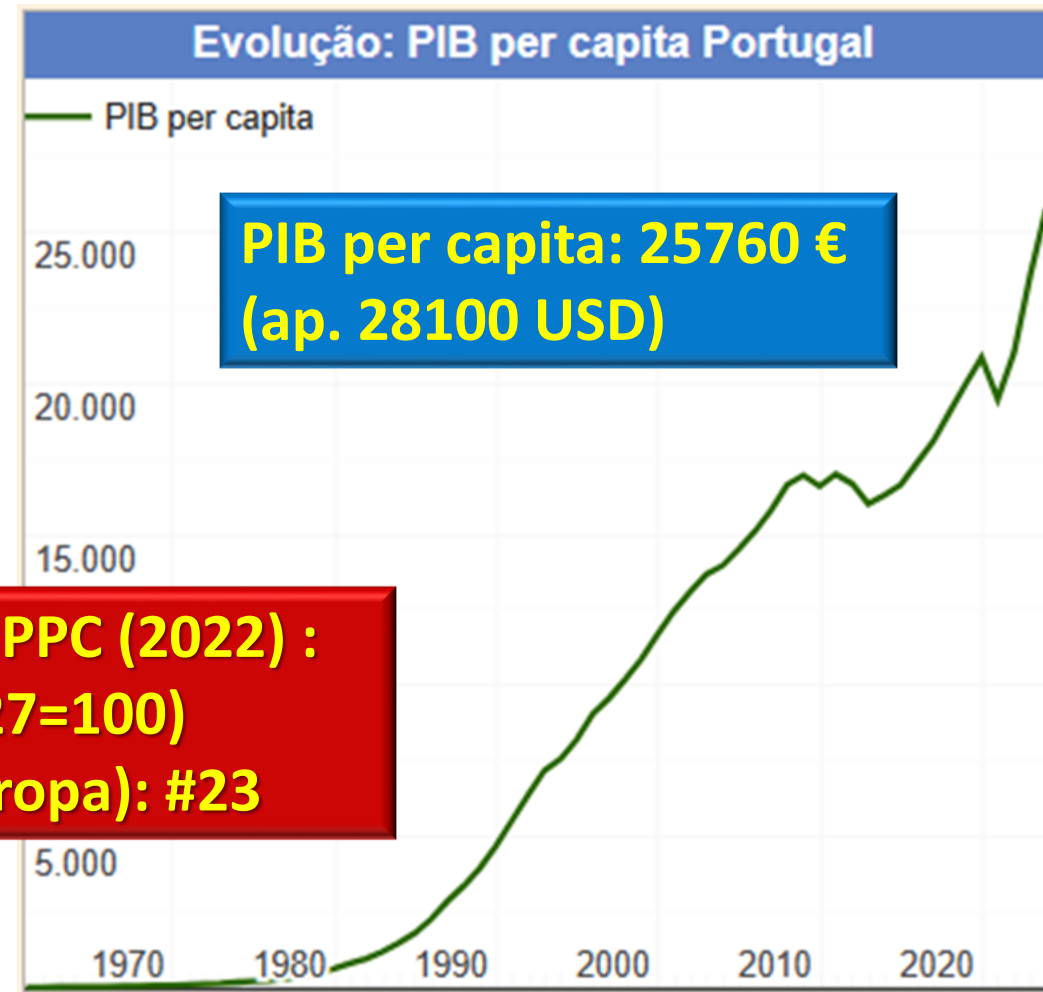
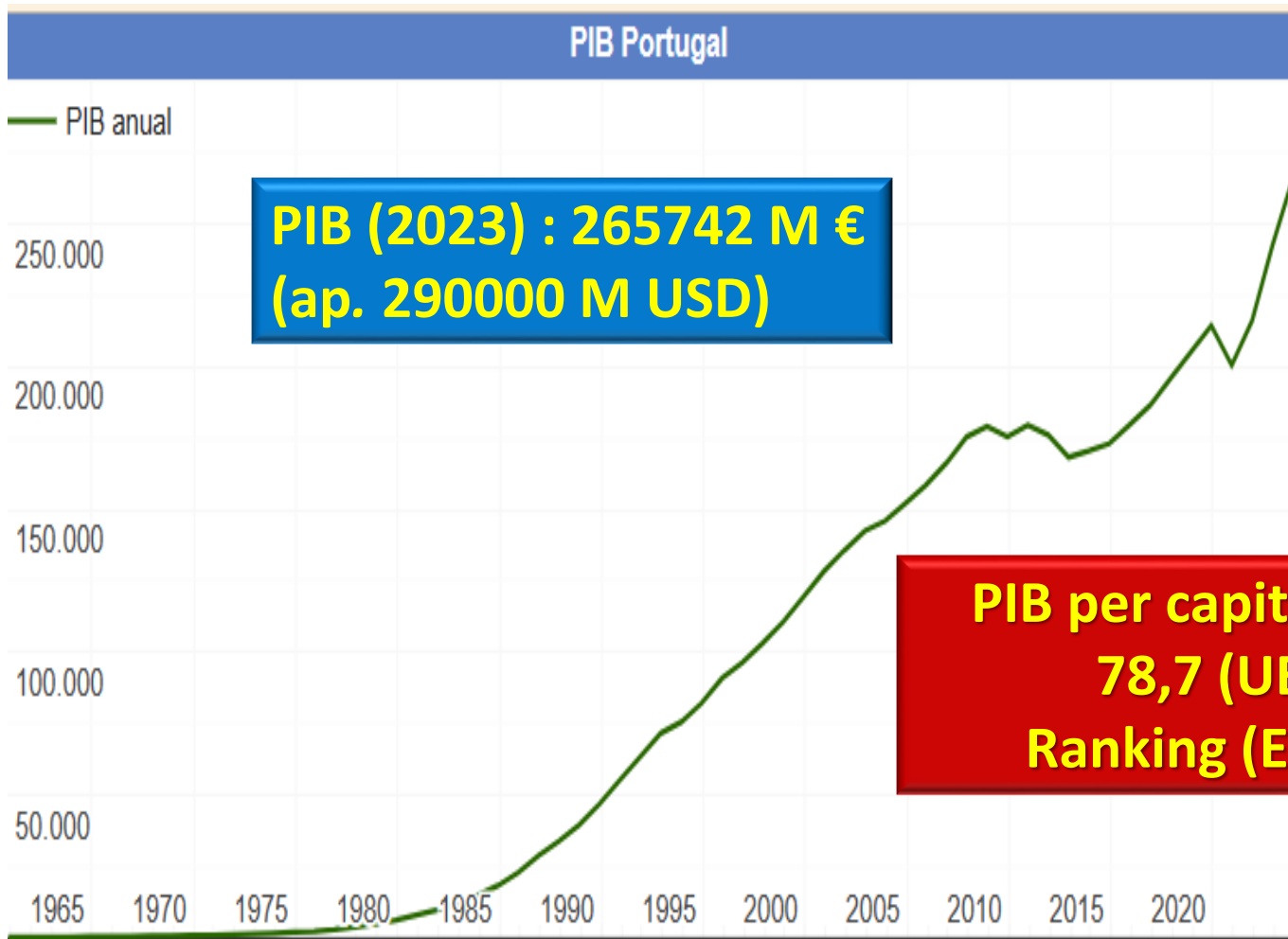
Portugal: Dados gerais

Densidade populacional



Portugal: Dados gerais

PIB (GDP)




Portugal: Dados gerais

❖ PIB por sector de actividade

- Sector primário (agricultura, floresta, pecuária): cerca de 2% PIB
- Sector industrial: cerca de 31% PIB
- Turismo e serviços : cerca de 67% PIB (turismo: 15.8%)

❖ Exportações (2023): 47% PIB



P
I
B

roducto
nterno
Bruto

Portugal: Dados Gerais

Exportações

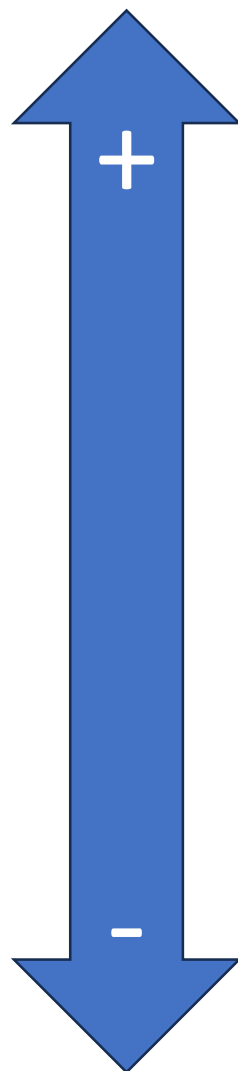


1. Equipamentos de transporte
2. Têxteis, vestuário e calçado
3. Produtos alimentares, bebidas e tabaco
4. Metais de base e produtos metálicos
5. Artigos de borracha , plásticos e outros produtos não metálicos
6. Produtos de madeira e de papel
7. Produtos químicos
8. Equipamentos informáticos , produtos eletrónicos e ópticos
9. Coque e produtos petrolíferos refinados
10. Equipamento elétrico



Portugal: Dados Gerais

Exportações



1. Espanha
2. França
3. Alemanha
4. USA
5. Reino Unido
6. Itália
7. Países Baixos
8. Bélgica
9. Angola
10. Polónia



2. Portugal: Plano Nacional Energia e Clima



Tabela 2 - Metas nacionais de Portugal para o horizonte 2030

METAS NACIONAIS	EMISSÕES (sem LULUCF; em relação a 2005)	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (redução em energia primária)	RENOVÁVEIS (no consumo final bruto de energia)	RENOVÁVEIS NOS TRANSPORTES	INTERLIGAÇÕES ELÉTRICAS
PNEC 2030	-45% a -55%	35%	47%	20%	15%
Revisão	-55%	35%	49%	23%	15%

LULUCF: Land Use, Land Use Change and Forestry

1. DESCARBONIZAR A ECONOMIA NACIONAL

- ❖ Assegurar uma trajetória de redução de emissões nacionais de gases com efeito de estufa (GEE) em todos os setores de atividade,
- ❖ Promover a integração dos objetivos de mitigação nas políticas sectoriais

Figura 4 - Evolução das emissões totais de CO₂ no horizonte 2030 (Mton CO₂)

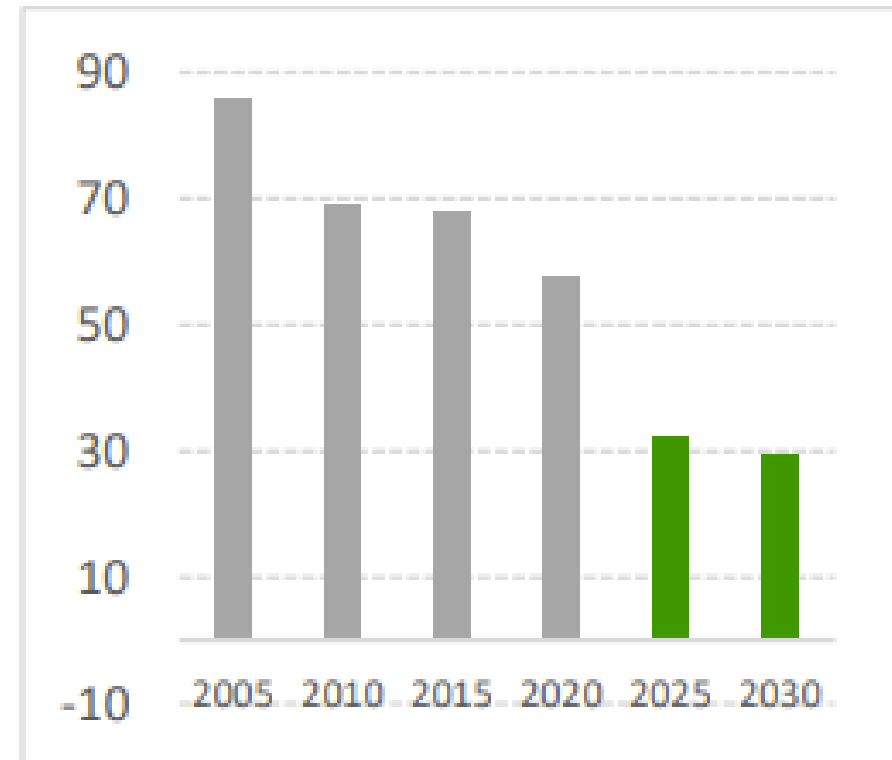
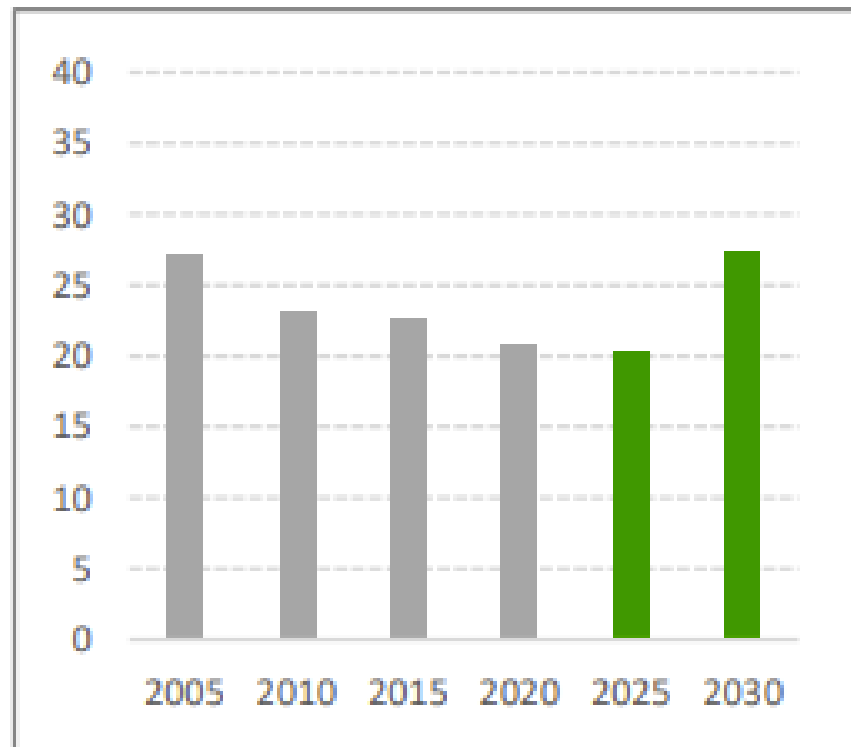


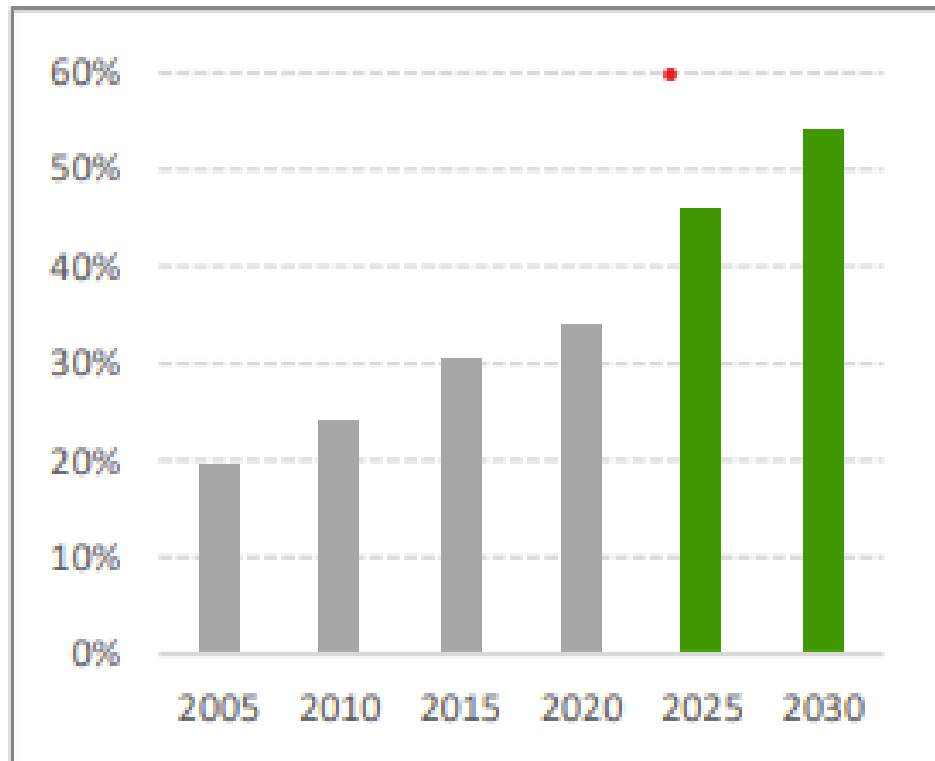
Figura 5 - Evolução do consumo de Energia Primária - meta EE (Mtep)



2. DAR PRIORIDADE À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

- ❖ Reduzir o consumo de energia primária nos vários setores num contexto de sustentabilidade e custo eficaz
- ❖ Apostar na eficiência energética e no uso eficiente de recursos
- ❖ Privilegiar a reabilitação e a renovação do edificado, e promover edifícios de emissões zero

Figura 6 - Evolução do contributo das renováveis no consumo final de energia



3. REFORÇAR A APOSTA NAS ENERGIAS RENOVÁVEIS E REDUZIR A DEPENDÊNCIA ENERGÉTICA DO PAÍS

- ❖ Reforçar a diversificação de fontes de energia através de uma utilização crescente e sustentável de recursos endógenos
- ❖ Promover o aumento da eletrificação da economia e incentivar I&I em tecnologias limpas

1 1 0 1

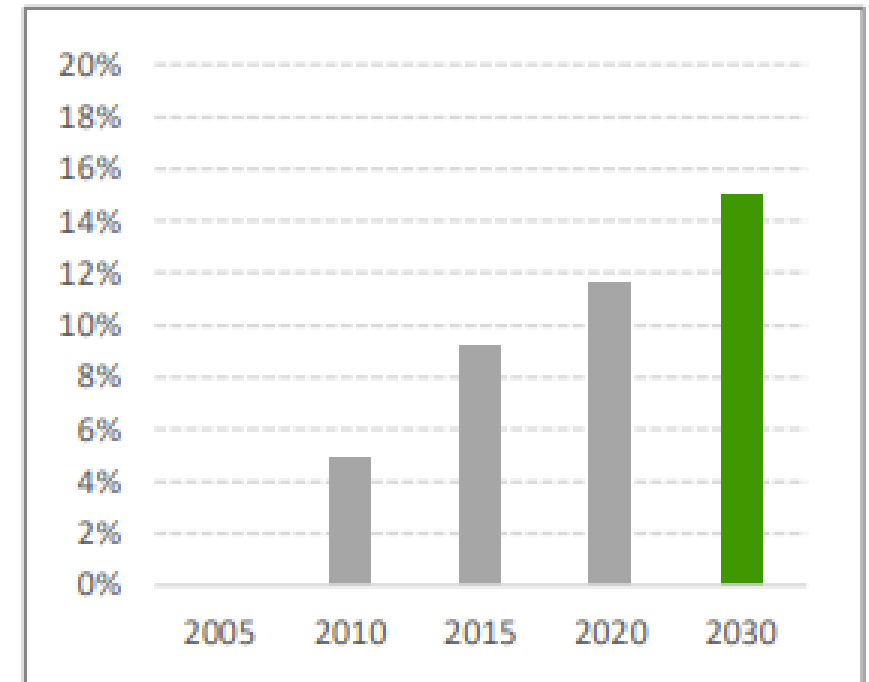
1 1 1 1 1 1

1 1 1 0

4. GARANTIR A SEGURANÇA DE ABASTECIMENTO

- ❖ Assegurar a manutenção de um sistema resiliente e flexível, com diversificação das fontes e origens de energia,
 - modernizando ... as infraestruturas energéticas,
 - desenvolvendo as interligações
 - promovendo a integração, a reconfiguração e a digitalização do mercado da energia, maximizando a sua flexibilidade

Figura 9 - Evolução da capacidade de interligação PT-ES



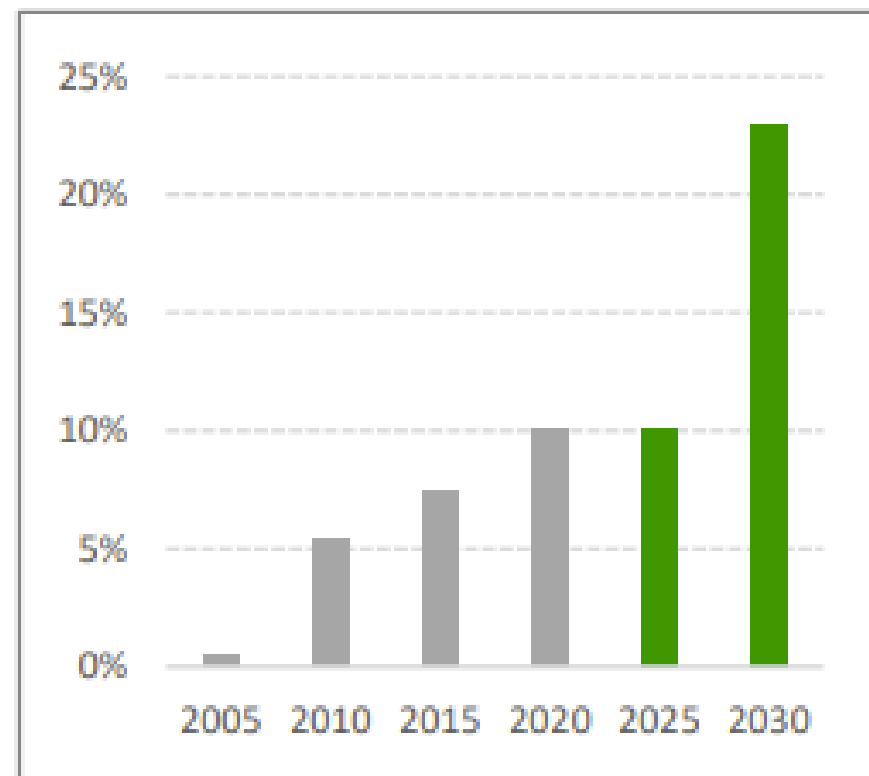
111IĚ1ĭÖĭ

1ĭ1Ö

5. PROMOVER A MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

- ❖ Descarbonizar o setor dos transportes,
 - fomentando ... um melhor funcionamento das redes de transporte coletivo,
 - promovendo a mobilidade elétrica e o uso de combustíveis alternativos limpos

Figura 8 - Evolução do contributo das renováveis nos transportes



1 1 1 I Ě 1 1 Ö 1

1 1 1 Ö

7. DESENVOLVER UMA INDÚSTRIA INOVADORA E COMPETITIVA

- Promover a modernização industrial apostando na inovação, na descarbonização, digitalização (indústria 4.0) e na circularidade, contribuindo para o aumento da competitividade da economia



1 ĭ 1 I Ě 1 ĭ Ő ĭ

1 ĭ 1 Ő

8. GARANTIR UMA TRANSIÇÃO JUSTA, EQUITATIVA, DEMOCRÁTICA E COESA

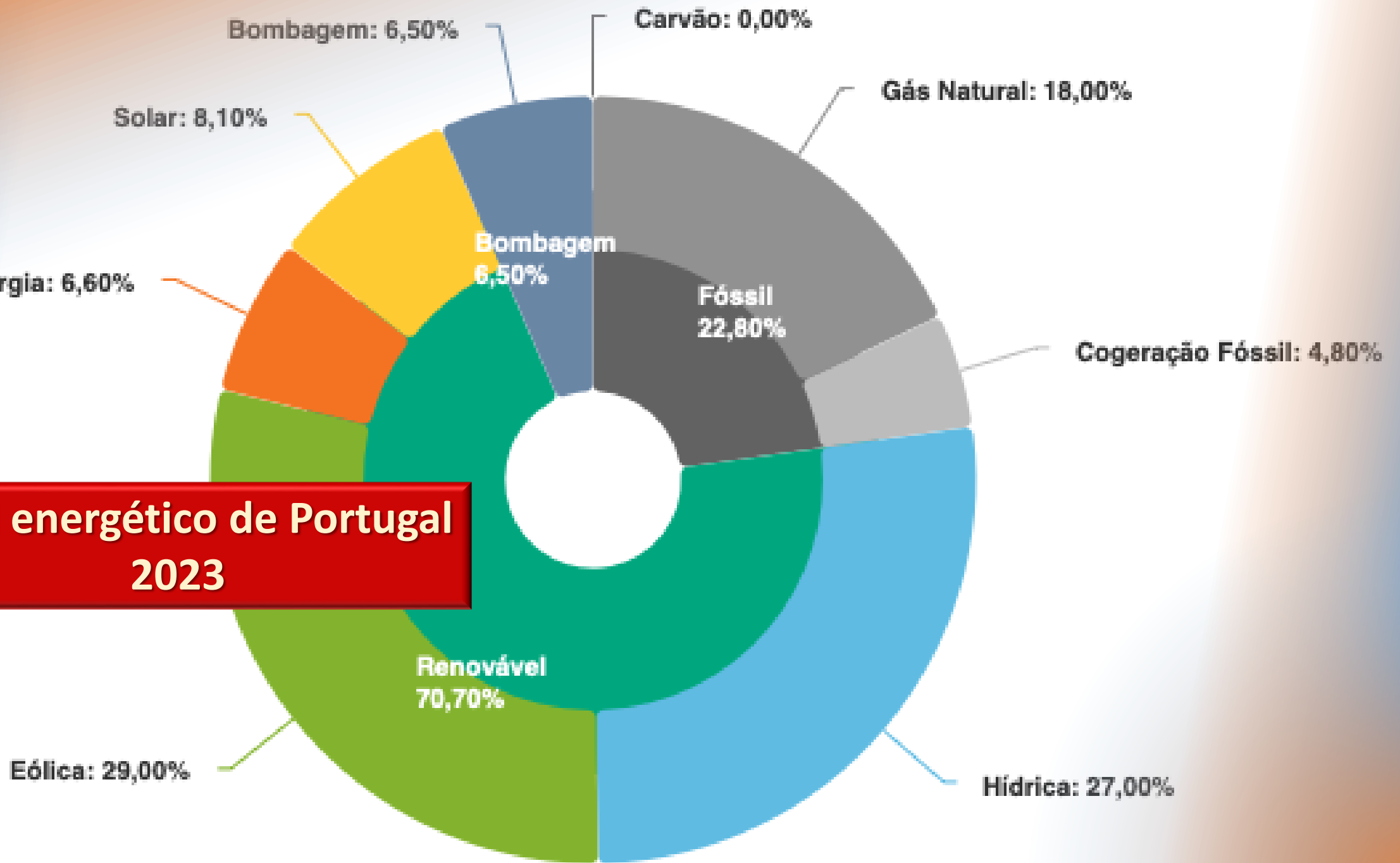
- ❖ Reforçar o papel do cidadão como agente ativo na descarbonização e na transição energética
- ❖ Criar condições equitativas para todos,
- ❖ Combater a pobreza energética
- ❖ Criar instrumentos para a proteção dos cidadãos vulneráveis
- ❖ Promover o envolvimento ativo dos cidadãos e a valorização territorial



3. Portugal : Panorama energético



Perfil energético de Portugal 2023



Portugal: Centrais termoelétricas

❖ Últimas centrais termoelétricas a carvão encerradas em 2021

○ Sines : 15.jan

○ Pego: 30.nov

❖ Potencia total instalada: 3882 MW



Portugal: Centrais termoelétricas

CENTRAIS EM FUNCIONAMENTO	LOCALIZAÇÃO	ENTRADA EM FUNCIONAMENTO	POTÊNCIA INSTALADA	COMBUSTÍVEL
Tapada do Outeiro	Gondomar	1998	990 MW	Gás natural
Ribatejo	Alenquer	2004	1200 MW	Gás natural
Lares	Figueira da Foz	2009	862 MW	Gás natural
Pego	Abrantes	2010	830 MW	Gás natural

Portugal: Energia eólica

- 2021: 5248 MW
- World ranking: # 18
- Portugal tem cerca de 250 empreendimentos eólicos distribuídos por todo o país



Portugal: Energia hidroeléctrica

- ❖ 7262 MW (2020)
- ❖ World ranking: # 27 (2021)
- ❖ Centrais hidroeléctricas: 42

Foto: Barragem do Alqueva

- ❖ Maior lago artificial da Europa.
- ❖ Produção hidroeléctrica : 255,6 MW
- ❖ Abastece 130000 ha de regadio



Portugal: Energia solar

- ❖ Capacidade instalada: 4098 MW (Jan.2024)
(2600 MW em Jun.2022 -
World ranking: # 32)
- ❖ Em projecto: Nisa, 235 MW
(Hanwha, Coreia do Sul)
- ❖ Objectivo 2030: 20400 MW

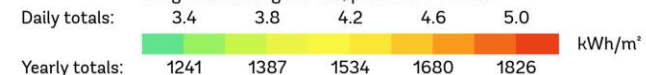
SOLAR RESOURCE MAP

GLOBAL HORIZONTAL IRRADIATION

PORTUGAL



Long term average of GHI, period 1994-2018



Central Solar Fotovoltaica da Cerca (EDP)

- ❖ Azambuja e Alenquer,
Lisboa
- ❖ Concluída em 2023
- ❖ 310 mil painéis solares
bifaciais
- ❖ Área : 200 ha
- ❖ Potência: 202 MW
- ❖ Produção média anual: 388
GWh



An aerial photograph of a vast floating solar farm. The solar panels are arranged in neat, parallel rows that stretch across a large body of water. The sun is low on the horizon, creating a bright, golden glow and long, shimmering reflections on the water's surface. The sky is a mix of light blue and orange, and the overall scene is serene and expansive.

Central Solar Fotovoltaica flutuante do Alqueva (EDP)

- **Inauguração: julho de 2022**
- **Maior central solar fotovoltaica da Europa numa albufeira**
- **Cerca de 12 mil módulos fotovoltaicos**
- **Potência: 4MW**
- **Produção média anual: 7,5GWh**

Portugal: Bioenergia

- ❖ **2021: 666 MW**
- ❖ **World ranking: # 26**
- ❖ **Plano de acção para o Biometano (22.fev.2024)**
 - **Capacitar setores estratégicos para o aproveitamento do potencial de biogás, de forma a implementar um mercado interno de biometano;**
 - **Consolidar o desenvolvimento do mercado de biometano nacional enquanto vetor estratégico de descarbonização e da bioeconomia;**
 - **Construir um setor sustentável do ponto de vista social e ambiental.**



PRODUÇÃO DE BIOMETANO



- Origens do biogás em Portugal:
- 1 - Aterros sanitários
- 2 - Resíduos sólidos urbanos (fracção orgânica) utilizando biodigestores
- 3 - Lamas das estações depuradoras (ETAR) - Digestores
- 4 – Resíduos/efluentes agroindustriais

Portugal: Biogás

Fabricantes e Especialistas

Lipor:

- ❖ Associação de Municípios para Gestão Sustentável de Resíduos do Grande Porto
- ❖ Usa resíduos alimentares e biodegradáveis.
- ❖ Desde 2008, já produziu cerca de 19000 MWh de energia elétrica <> aprox. 12600 tons CO₂



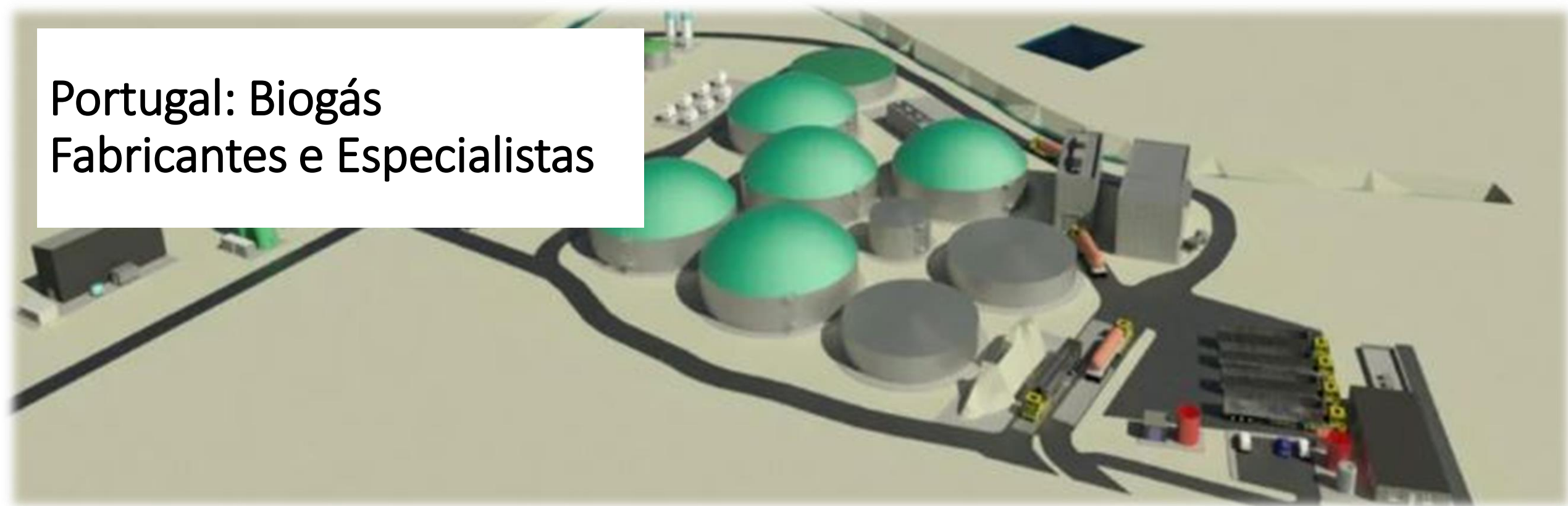
Portugal: Biogás Fabricantes e Especialistas

Dourogás :

- ❖ O **Grupo Dourogás** iniciou a produção de gases renováveis há mais de uma década - primeiro projeto de produção de biometano em Portugal.
- ❖ Em parceria com a Águas do Tejo e Atlântico, a **Dourogás Renovável** está envolvida na produção de biometano a partir das lamas da Estação de Tratamento de Águas Residuais em Frielas, no concelho de Loures
- ❖ A **Dourogás Renovável** está também envolvida no projeto HyFuelUp, liderado pelo CoLAB BIOREF para produção de hidrogénio a partir de biogás.



Portugal: Biogás Fabricantes e Especialistas



Genia Bioenergy:

- ❖ Especialistas em biogás/ biometano e hidrogénio, desenvolvem projetos em 11 países
- ❖ Promovem plataformas de colaboração para o desenvolvimento de centrais de biometano
- ❖ 2023: Assinaram um acordo com a Ambilis (Associação de Criadores de suínos) e a Câmara Municipal de Leiria para a construção de uma fábrica de biometano de terceira geração, a partir dos dejectos das unidades de criação de porcos, bovinos e aves do Distrito de Leiria.

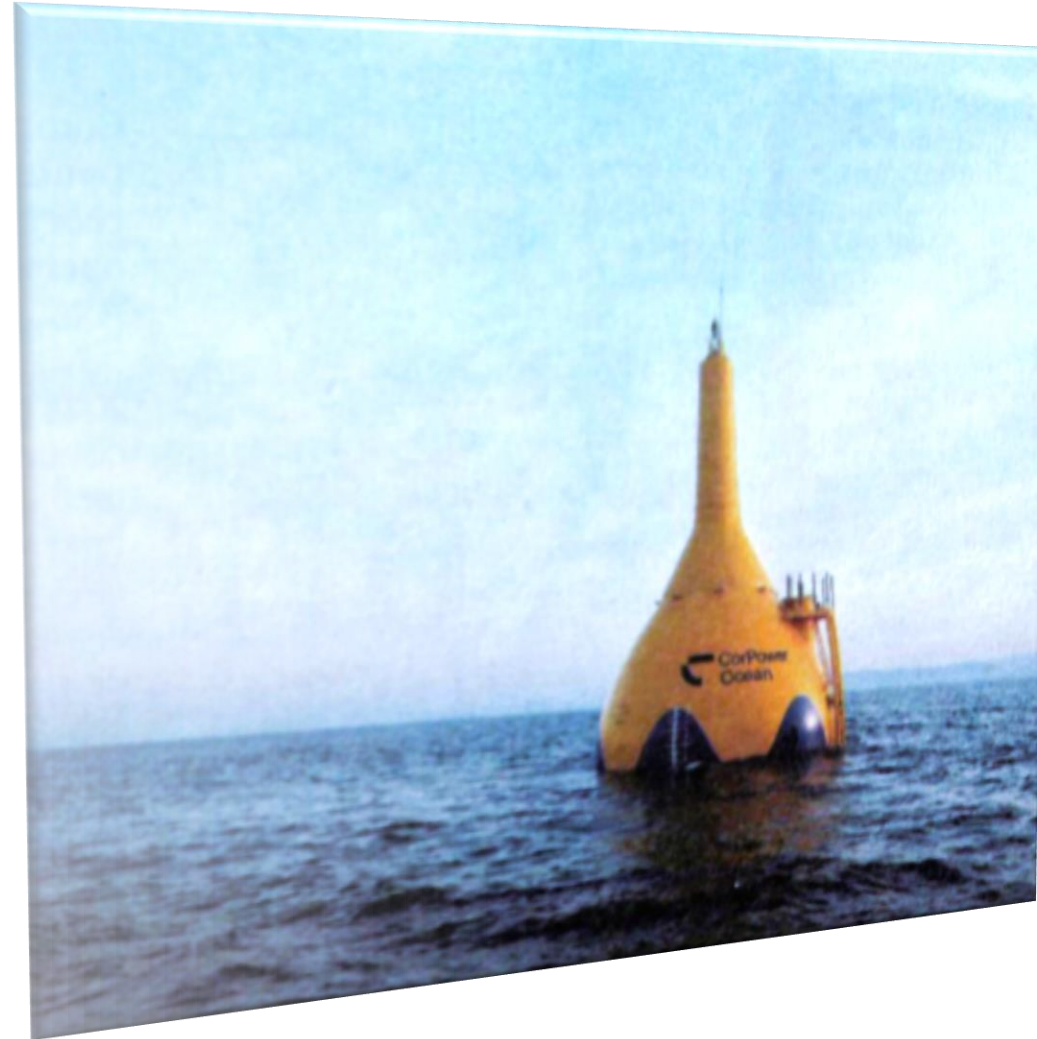
Portugal: energia nuclear



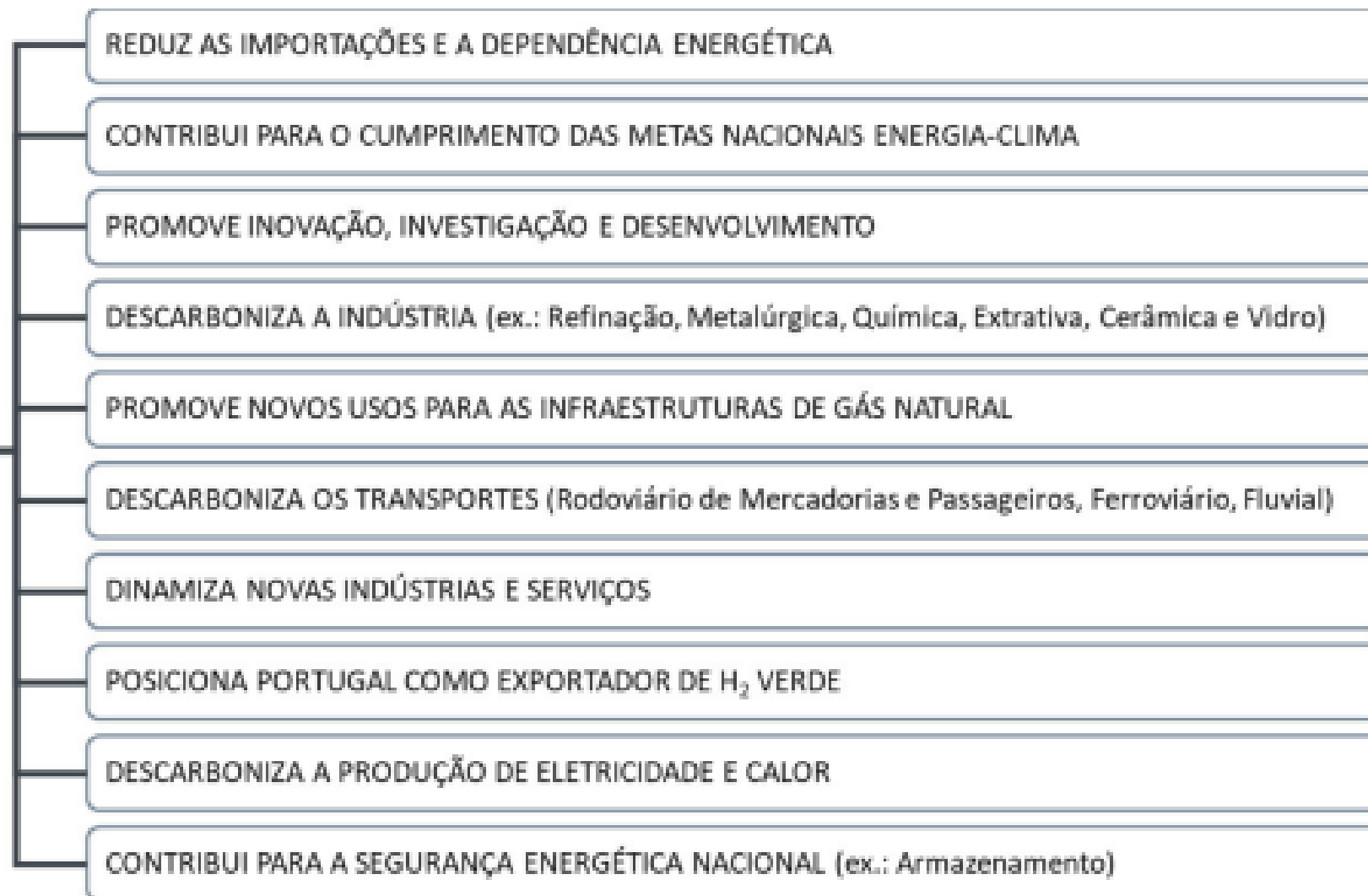
- **CAPACIDADE INSTALADA: 0**
- 1971: planeada a construção de uma central de 8 000 MW a concluir até 2000.
- **1974: Revolução dos Cravos**
- 1976: planeada a construção de uma central nuclear, boicotada pela população
- **1982: o programa de energia nuclear foi abandonado pelo governo**

PORTUGAL : Energia das Ondas

- Testes ao largo da Aguçadora (Póvoa do Varzim) a norte do Porto
- Empresa sueca CorPower
- Está a tentar obter financiamento de 30 M€
- Estimativa de operação:
 - 2027 – 10 MW
 - 2031 – 600 MW
- Terá que reduzir custos de 270€ / MW hora para 70€ por MW / hora



Hidrogénio : Plano Nacional do Hidrogénio (2020) - Racional



Hidrogénio : Plano Nacional do Hidrogénio (2020) - Estratégia



Plano Nacional do Hidrogénio (2020) Objectivos 2020-2030 (1/2)



5%
NO CONSUMO
FINAL DE
ENERGIA

5%
NO CONSUMO
DO
TRANSPORTE
RODOVIÁRIO

5%
NO CONSUMO
NA INDÚSTRIA

10 - 15%
INJEÇÃO NAS
REDES DE GÁS
NATURAL

50 - 100
ESTAÇÕES DE
ABASTECIMENTO

2 - 2,5 GW
CAPACIDADE EM
ELETROLISADORES



Plano Nacional do Hidrogénio (2020)

Objectivos 2020-2030 (2/2)

7 000 – 9 000 M€
INVESTIMENTO EM NOVOS PROJETOS (NOS SETORES DA INDÚSTRIA, TRANSPORTES, ENERGIA, INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO (I&D))

400 - 450 M€
APOIO AO INVESTIMENTO - FUNDOS EUROPEUS (PT2020, PT2030) (ATRAVÉS DE UM MECANISMO PLENAMENTE CONCORRENCIAL E TRANSPARENTE)

500 - 550 M€
APOIO À PRODUÇÃO (ATRAVÉS DE UM MECANISMO PLENAMENTE CONCORRENCIAL E TRANSPARENTE)

380-740 M€
REDUÇÃO IMPORTAÇÕES DE GÁS NATURAL

180 M€
REDUÇÃO IMPORTAÇÕES DE AMONÍACO

8 500 a 12 000
NOVOS EMPREGOS

6 – 8 Mton CO₂
REDUÇÃO DAS EMISSÕES

1%
CONSUMO DE ÁGUA RESIDUAL TRATADA

Plano Nacional do Hidrogénio (2020)

Principais projectos



- I. Projeto industrial de produção de Hidrogénio verde em Sines (*)
- II. Descarbonizar o **sector dos transportes**
- III. Descarbonizar um sector prioritário da indústria nacional
(sector referido como exemplo : indústria química)
- IV. Aproveitar as águas residuais para a produção de Hidrogénio
- V. Implementar um laboratório colaborativo (COLAB)

(*) **Zona Industrial e Logística de Sines (ZILS)**

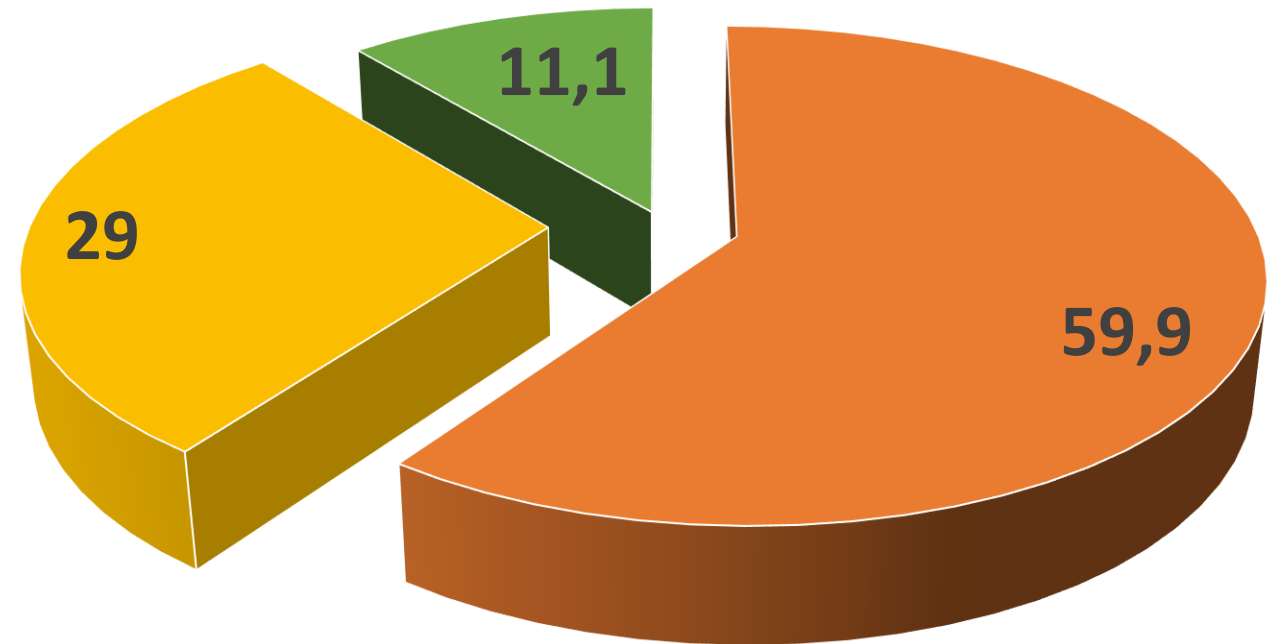
Mobilidade: Automóveis



Veículos ligeiros de passageiros novos vendidos

jan-nov 2022

% Veículos vendidos



■ Combustível fóssil ■ Híbridos ■ Eléctricos

Indústria Química em Portugal

- ❖ Volume de negócios : € 11 mil milhões/ano;
- ❖ Valor Acrescentado Bruto (VAB): € 1,6 mil milhões
- ❖ 12% do total das exportações portuguesas
- ❖ Exportações para 181 países
- ❖ 52.000 empregos diretos e indiretos;
- ❖ 1/5 da despesa em inovação da Indústria Transformadora;
- ❖ O segundo sector com maior número de empresas envolvidas em actividades de inovação (70,2%).



Portugal: Indústria Química

Complexo Químico de Estarreja (CQE)

❖ Fileira do poliuretano :

- **Bondalti** (cloro, anilina e derivados)
- **Air Liquide** (gases industriais)
- **Dow Portugal** (MDI)

❖ CIREs – Shin-Etsu (PVC)

❖ AQP (coagulantes para tratamento de águas).

Estarreja

Sines

2 POLOS INDUSTRIAIS PRINCIPAIS

Zona Industrial e Logística de Sines (ZILS)

- ❖ **Galp** (combustíveis e energia),
- ❖ **Repsol Polímeros** (poliolefinas),
- ❖ **EuroResinas** (formaldeído e resinas sintéticas),
- ❖ **Indorama Ventures** (ácido tereftálico purificado para PET),
- ❖ **Enerfuel** (biocombustível e glicerina),
- ❖ **Recipneu** (granulados de borracha)
- ❖ **Air Liquide** (gases industriais)

- ❖ **Porto de Sines**





Portugal: Indústria Química

- ❖ **Celulose e papel: CELBI, ALTRI, CAIMA, NAVIGATOR**
- ❖ **Cimentos : CIMPOR, SECIL, CMP**
- ❖ **Outros sectores (e empresas relevantes) : Farmacêutica (e.g. HOVIONE), Combustíveis (e.g. PRIO), Indústria do formol (e.g. BRESFOR) , etc...**

ZILS SINES: Projecto MadoquaPower2X



ZILS SINES: Projecto MadoquaPower2X



Produção de hidrogénio

Processo de Conversão

Mercados finais

Hidrogénio Verde

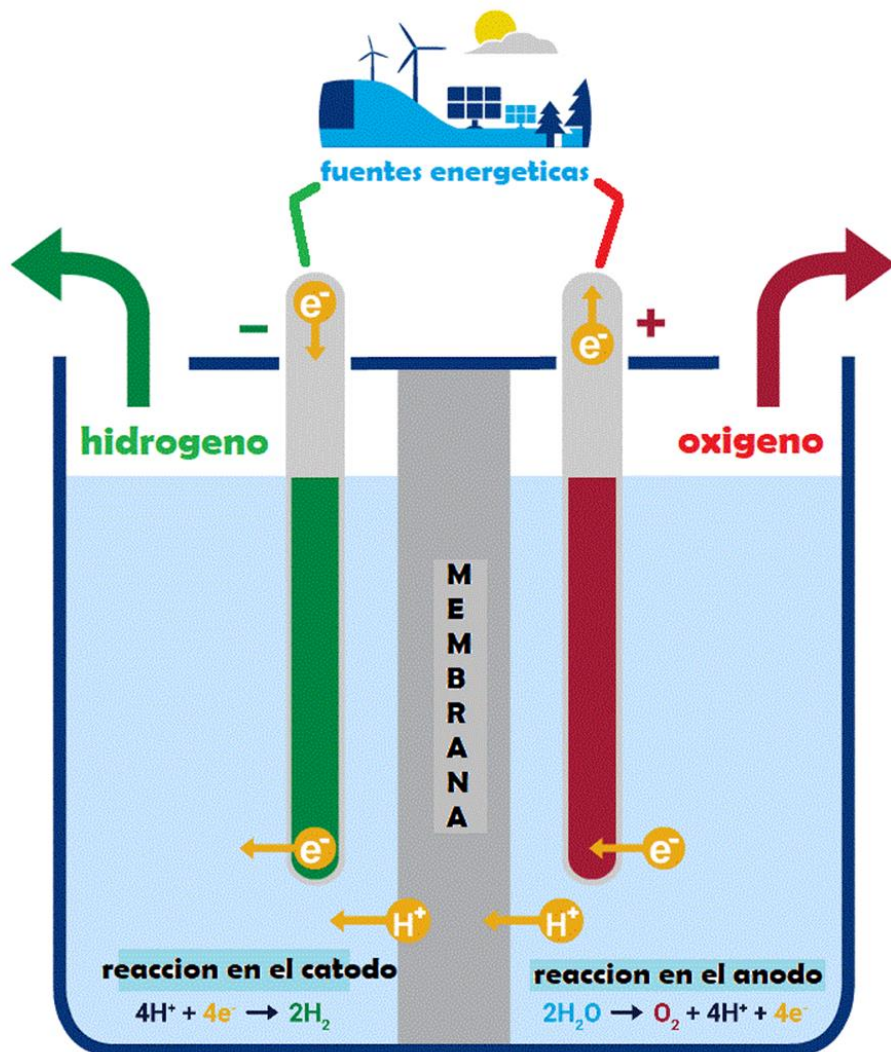
Amoníaco Verde
(Processo Haber Bosch)

Transporte de Energia

Fertilizante

Combustível Marítimo

Produção de Hidrogénio Verde : Electrólise



Projecto MadoquaPower2X

Fase 1 (conclusão: 2028):

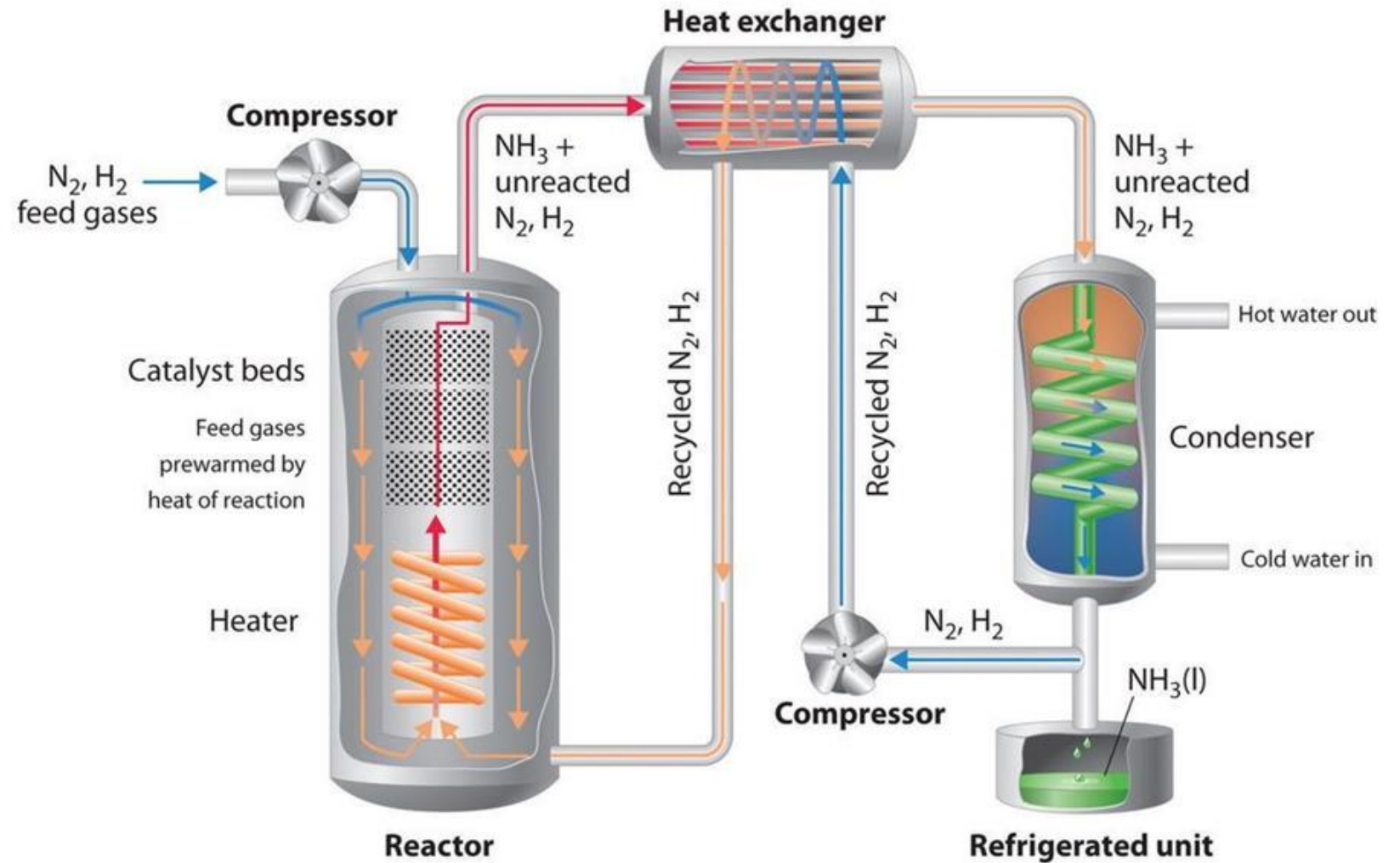
- › Capacidade eléctrica: 500MW (aprox)
- › Produção: 50000 Ton H_2 /ano

Fase 2 (conclusão 2029-2030):

- › Capacidade eléctrica: 700MW (aprox)
- › Produção: 150000 Ton H_2 /ano

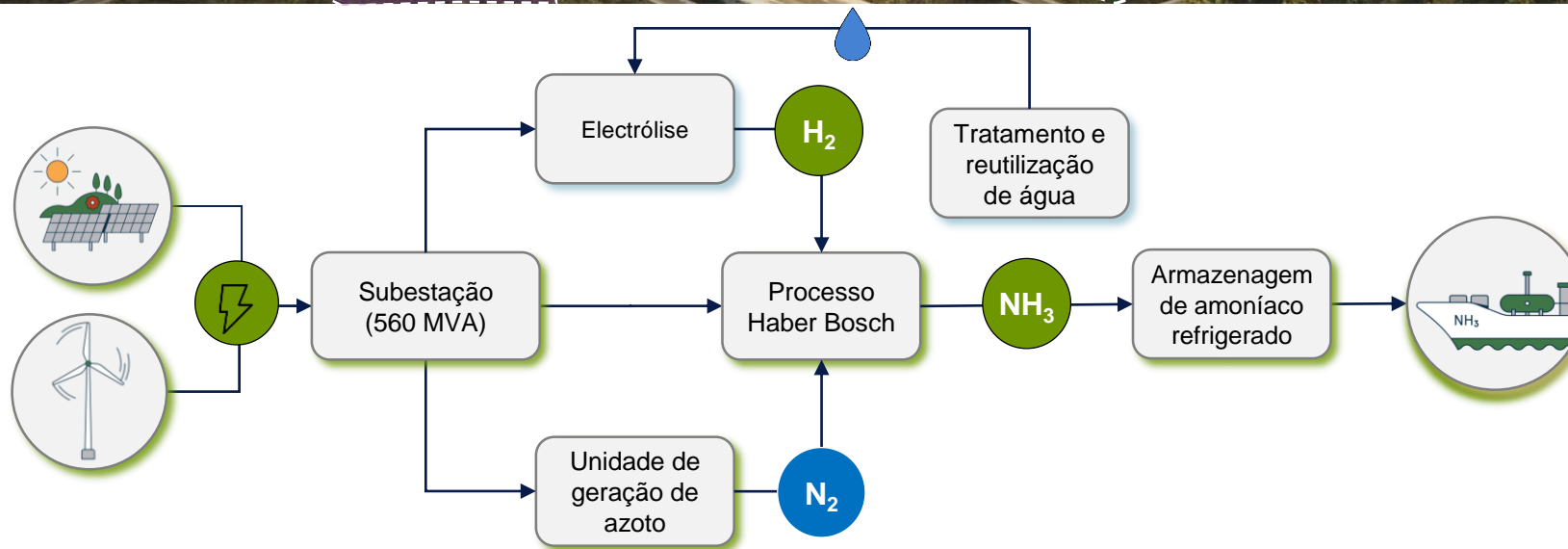
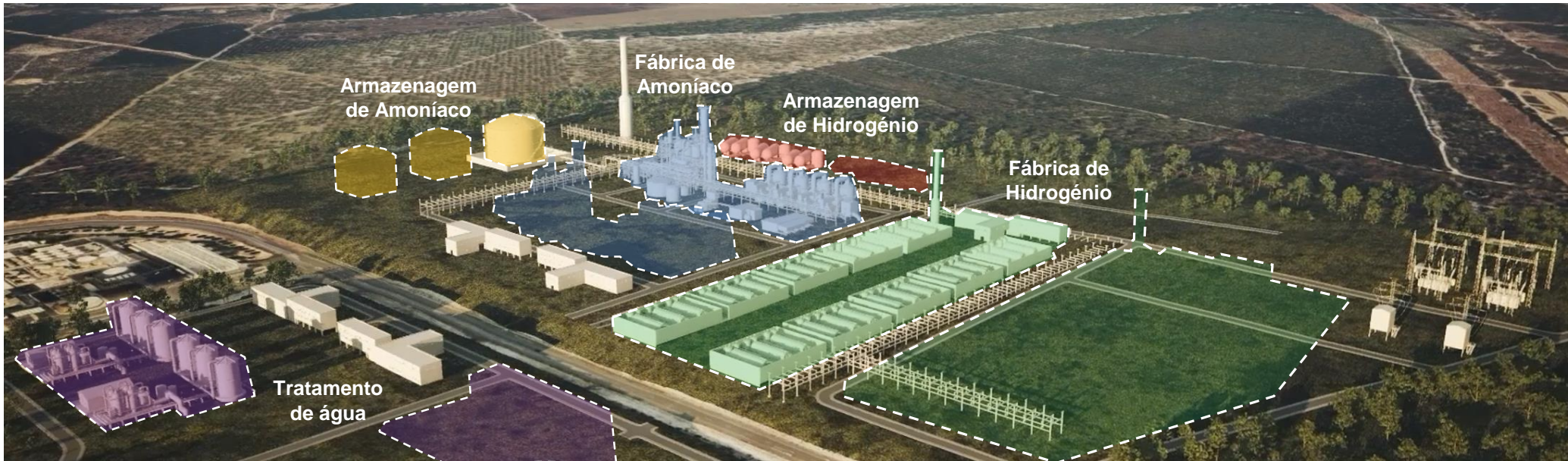
Produção de amoníaco: Processo de Haber-Bosch

- ❖ Autores:
Fritz Haber (1868 – 1934)
Carl Bosch (1874 – 1940)
- ❖ Prêmios Nobel da Química: 1918 e 1931



Projecto MadoquaPower2X

Unidade industrial



Projecto MadoquaPower2X

Localização: Zona Industrial e Logística de Sines



UTIS: unidades de produção de H₂ verde

- Cada Unidade **UTIS** inclui:
- Um transformador, um rectificador de tensão para produzir tensão contínua.
- Um Stack de Membranas PEM (Proton Exchange Membranes) num Eletrolisador
- Cada membrana é revestida de um lado com irídio e do outro com platina.
- Uma Unidade de ultrapurificação de água (condutividade < 0,1 microsiemens).
- Chiller e permutadores de arrefecimento, equipamento de controlo e de segurança (alarmes, monitorização à distancia etc...)





UTIS: unidades de produção de H₂ verde

- **Vendas:**

- **cerca de 220
Unidades**

- **32 países.**

- **Preço:**

- **aprox. 1 M€ /unidade**

- **unidades maiores aprox.
1.5 M€ /unidade.**

Aplicação: fabrico de Cimento em forno tubular

– Cenário 1: sem H_2

- Perfil de temperaturas : 1200 °C numa extremidade do forno e 1600 °C na outra.
- Poder calorífico médio requerido: da ordem das 4000 Kcal/Kg de combustível
- Os Combustíveis derivados de resíduos (CDR) têm aprox.2400 Kcal por Kg (ou menos se armazenados à chuva).
Compensação: com PETCOKE (Carvão de Petróleo) - é mais caro e paga taxa de CO_2 .
- Para que o forno não se apague, utiliza-se um grande excesso de ar, por vezes superior a 30 % o que implica aquecer os 79 % de azoto do ar , da temperatura ambiente até 1600 ° C roubando uma quantidade de calor brutal.
- O caudal de gases: ar primário + secundário + terciário + humidade vaporizada + CO_2 formado, transporta o PETCOKE em pó e partículas de CDRs carbonizadas, mas sem chama que acabam por sair do forno sem combustão.





Aplicação: fabrico de Cimento em forno tubular – Cenário 2: com H₂

- Injectando H₂ (menos de 0.1 % em volume) este é adsorvido á superfície das partículas incandescentes e provoca “micro explosões” que sacodem a cinza aderente.
- O passo limitante da combustão é sempre na camada limite laminar à superfície das partículas (entra O₂ / sai CO₂) e nessa camada não há convecção, apenas difusão. As microexplosões provocam turbulência adicional e reduzem a espessura média da camada limite laminar aumentando a quantidade de O₂ que entra e de CO₂ que sai.
- Poucos segundos depois de se iniciar a introdução de H₂ a temperatura do forno começa a subir, porque as partículas incandescentes passaram a ter chama. Para repor e manter a temperatura reduz-se drasticamente a alimentação de PETCOKE. O que se poupa dá para pagar a unidade de produção de H₂ em 3 a 4 meses
- Este processo permite reduzir as emissões de CO₂ em cerca de 15 % .
- Nas fornalhas de biomassa (e.g. estilha de madeira) permite poupar aprox. 25 % de biomassa para a mesma produção de vapor.
- O processo foi desenvolvido pela UTIS. Os primeiros ensaios na fabrica de cimento da Cibra- Pataias (Alcobaça, Leiria, Portugal) com garrafas de H₂ foram há cerca de 6 anos

O caso Português: Ideias a reter

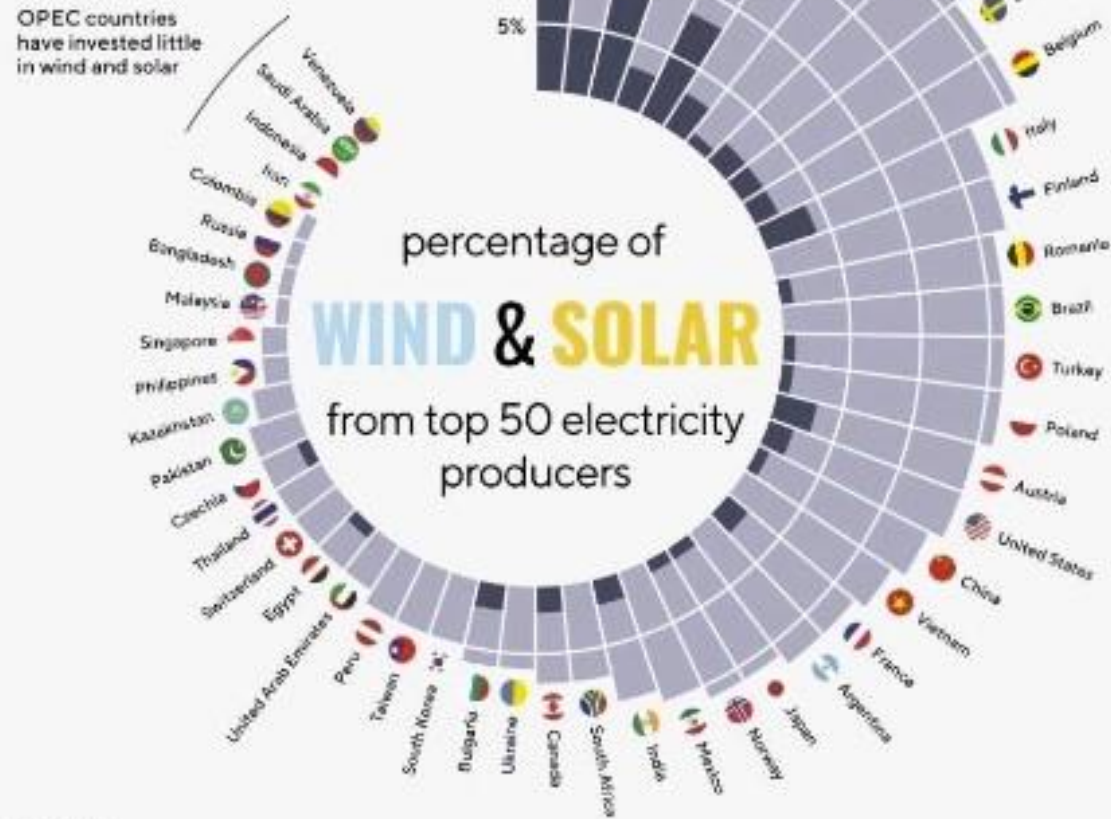
- Portugal e o seu governo estão comprometidos com a descarbonização e a sustentabilidade climática
- Estão definidos princípios e estratégias e há enquadramento regulamentar quer de âmbito nacional quer europeu
- A economia portuguesa está num ciclo de crescimento e há apoios financeiros europeus (EU), que Portugal utiliza
- A indústria portuguesa está aberta à inovação e também às oportunidades de negócio resultantes do desafio da sustentabilidade climática, o que se traduz em investimentos de empresas em energias renováveis
- O país dispõe de conhecimento científico e competência técnica em engenharia para a mudança tecnológica necessária na indústria



Electricidade produzida com origem eólica e solar - percentagem da produção total



OPEC countries have invested little in wind and solar



Source: Our World in Data

Source: <https://ourworldindata.org/electricity-orig>

Energia Limpa no Mundo

País:

Em % da Matriz Elétrica:

