

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

1º Workshop

INDÚSTRIA DE FUTURO | ROTEIRO PARA A INTRODUÇÃO DOS GASES RENOVÁVEIS NO SETOR INDUSTRIAL NACIONAL

Ricardo Barbosa

28 | 02 | 2023





Ricardo Barbosa

- Licenciado em Engenharia Química e Mestre em Fundamentos e Aplicações da Mecânica dos Flúídos pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Colaborador do INEGI tem participado e gerido diversos projetos de Inovação, Transferência de Tecnologia e Consultoria Avançada em diferentes domínios científicos tais como: Desenvolvimento de Novas Tecnologias Energéticas, Energias Renováveis, Sustentabilidade dos Processos Produtivos, Energia e Ambiente Edificado, Economia Circular e Economia do Hidrogénio.
- Atualmente é Coordenador do Grupo de Energia do INEGI e responsável pelo desenvolvimento de negócio do Grupo de Energia.
- Entre 2004 e 2006 foi Professor Assistente do Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial da Escola Superior de Tecnologia de Viseu.

ÍNDICE

- 01 | Caraterização do INEGI
- 02 | Rumo à Neutralidade Carbónica
- 03 | Estratégias, Objetivos e Metas de Descarbonização
- 04 | Descarbonização da Indústria
- 05 | Eficiência Energética e Descarbonização da Indústria
- 06 | O Gás Natural, os Gases Renováveis e a Rede de Distribuição de Gás na Descarbonização da Indústria
- 07 | Conclusões

01 |

Caraterização do INEGI



9 267 m²

Instalações - Porto



FLONE

inegi driving science
& innovation



Porto – PORTUGAL (sede)

INEGI

Istambul – TURQUIA

INEGI Turquia

Évora – PORTUGAL

INEGI Alentejo

Fortaleza – BRASIL

Prewind Brasil

MAIS DE 35 ANOS
A CONVERTER
CONHECIMENTO
EM VALOR

inegi.pt



DA IDEIA À
SOLUÇÃO

INVESTIGAÇÃO &
DESENVOLVIMENTO

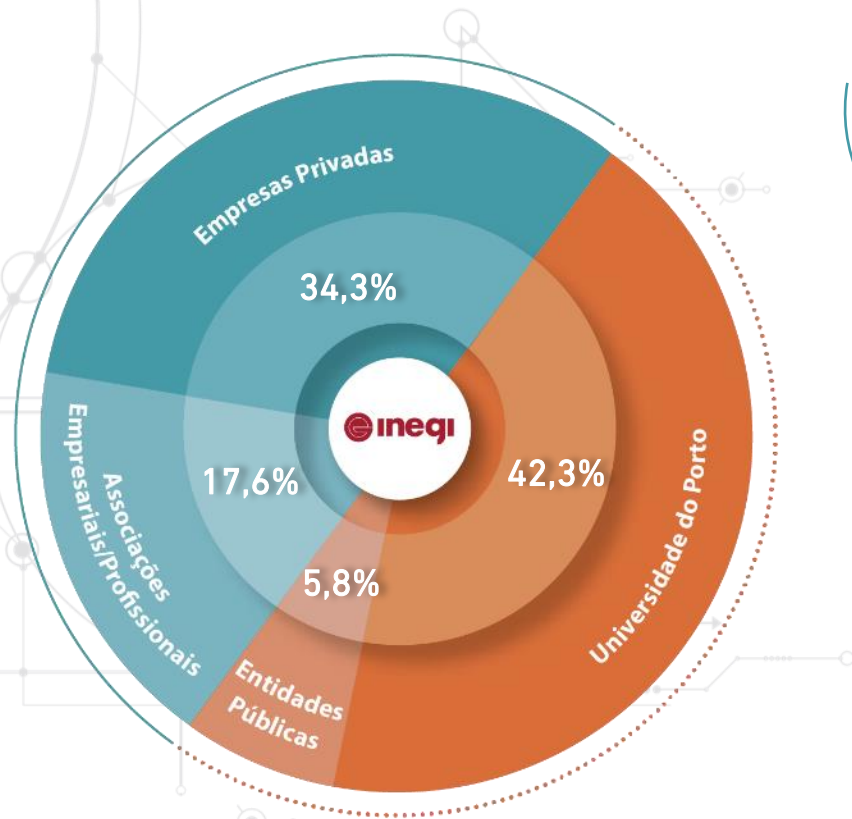
O SEU
PROJETO

INOVAÇÃO E
TRANSFERÊNCIA
DE TECNOLOGIA

SERVIÇOS

Consultoria
Serviços Laboratoriais
Formação Avançada

POTENCIANDO
O NEGÓCIO



51,9%
fundo associativo
PRIVADO

48,1%
fundo associativo
PÚBLICO

101

Associados

Empresas Privadas

Associações Empresariais e Profissionais

Entidades Públicas

Associados Fundadores

Universidade do Porto | ADEMec | APGEI | AIMMAP

NÚMEROS CHAVE 2021



582

Clientes



232

Parceiros
Internacionais



118

Projetos de Inovação
com a Indústria



6

Spin-offs
no mercado



8

Patentes
Pendentes



1,8

Teses Doutorado
por Investigador



3

Instituições
Participadas



3,7

Artigos ISI
por Investigador



12,1 M EUR

Volume Negócios

76% Projetos com Empresas

47% Faturação

24% Internacional

PESSOAS 2021



272

Colaboradores no quadro

240 Contratados

32 Bolseiros de Investigação

68% Mestrado / Licenciatura

22% Doutoramento

9 Nacionalidades

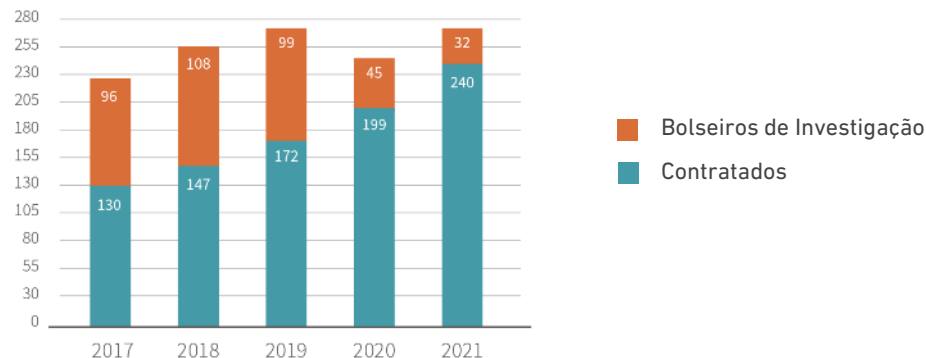
221

Afiados e acolhimentos

177 Investigadores Universitários Afiados

44 Bolseiros FCT em acolhimento

Evolução do Número de Colaboradores



NOVOS MATERIAIS COMPÓSITOS E PROCESSOS

METALOGRAFIA E FUNDIÇÃO

CONFORMAÇÃO PLÁSTICA

FABRICO ADITIVO

MECÂNICA COMPUTACIONAL

MONITORIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO ESTRUTURAL

TRIBOLOGIA, VIBRAÇÕES E DINÂMICA

PROJETO MECÂNICO

INSTRUMENTAÇÃO, AUTOMAÇÃO E CONTROLO

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

BIOMECÂNICA

ENERGIA EÓLICA

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

GESTÃO DE OPERAÇÕES E DA CADEIA DE ABASTECIMENTO

INVESTIGAÇÃO &
DESENVOLVIMENTO

INOVAÇÃO E
TRANSFERÊNCIA
DE TECNOLOGIA

SERVIÇOS

Consultoria
Serviços Laboratoriais
Formação Avançada

INFRAESTRUTURAS TÉCNICAS

LABORATÓRIOS

- Aerodinâmica e Calibração
- Caracterização Ambiental
- Qualidade do Ar Interior
- Reação ao Fumo e Fogo

acreditados pelo IPAC (Instituto Português de Acreditação)

- Análise de Lubrificantes
- Biomecânica
- Centro Pericial de Acidentes (CENPERCA)
- Combustão
- Ensaio Mecânicos
- Fabrico Aditivo
- Materialografia
- Metrologia e Levantamento de Forma
- Nanomateriais
- Ótica e Mecânica Experimental
- Polímeros
- Processos Avançados de Ligação
- Prototipagem Rápida e Fabrico Rápido de Ferramentas
- Tribologia e Metrologia Dimensional

FERRAMENTAS DE ENGENHARIA

- Modelização de Sólidos e Superfícies Avançadas
- Simulação de Escoamentos Atmosféricos
- Simulação de Processos de Produção: Fundição, Injeção de Polímeros, Conformação Plástica e Maquinagem
- Simulação Dinâmica Multicorpo
- Simulação Estrutural Linear e Não Linear
- Sistema de Informação Geográfica

FÁBRICAS EXPERIMENTAIS

- Fabrico Aditivo
- Maquinagem CNC por Arranque de Apara
- Processos Avançados de Fundição
- Produção de Materiais Compósitos
- Trabalho de Metais por Corte e Conformação



INDÚSTRIA



BENS DE
EQUIPAMENTO



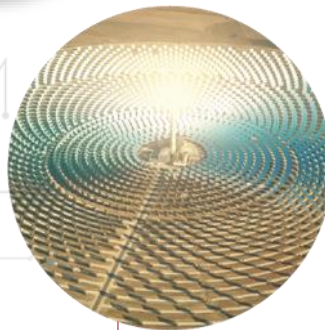
AERONÁUTICA,
ESPAÇO E DEFESA



AUTOMÓVEL E
TRANSPORTES



INFRAESTRUTURAS



ENERGIAS
RENOVÁVEIS



ECONOMIA
DO MAR



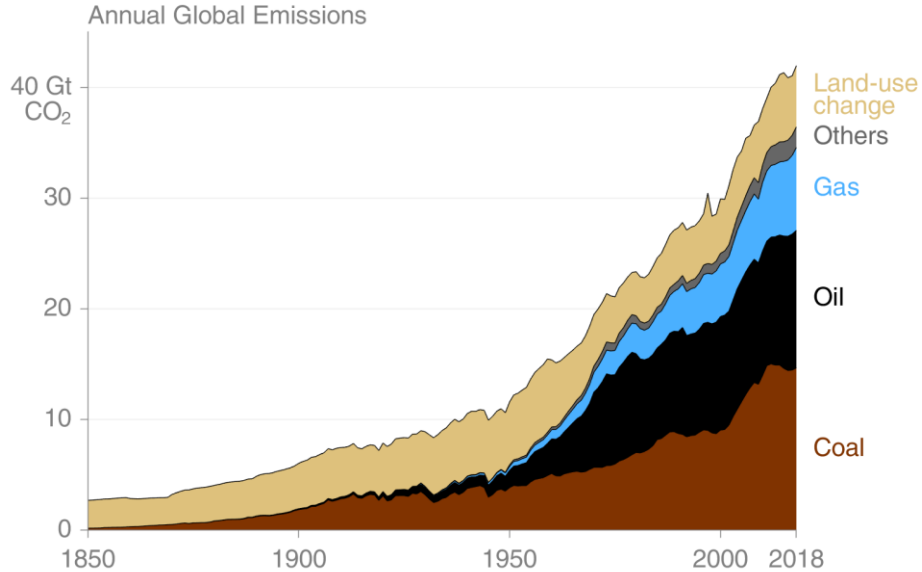
SAÚDE E
DESPORTO

02 |

Rumo à Neutralidade Carbónica

02 | RUMO À NEUTRALIDADE CARBÔNICA

Onde estamos!!!

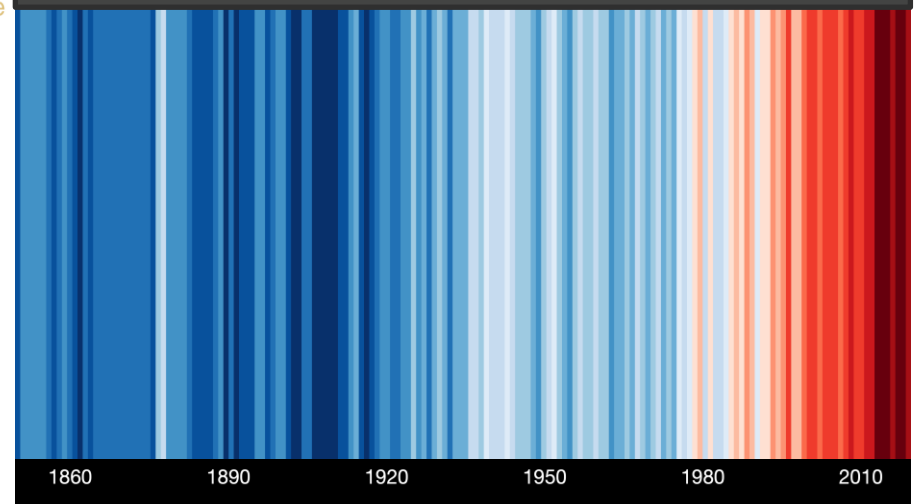


©©Global Carbon Project • Data: CDIAC/GCP/UNFCCC/BP/USGS

Fontes:

<https://www.globalcarbonproject.org/index.htm>
<https://showyourstripes.info>

Global Temperature Change (1850-2021)



- Note the prevalence of warmer years since the 1990s (scale of color covers -0.7C to +0,7C)

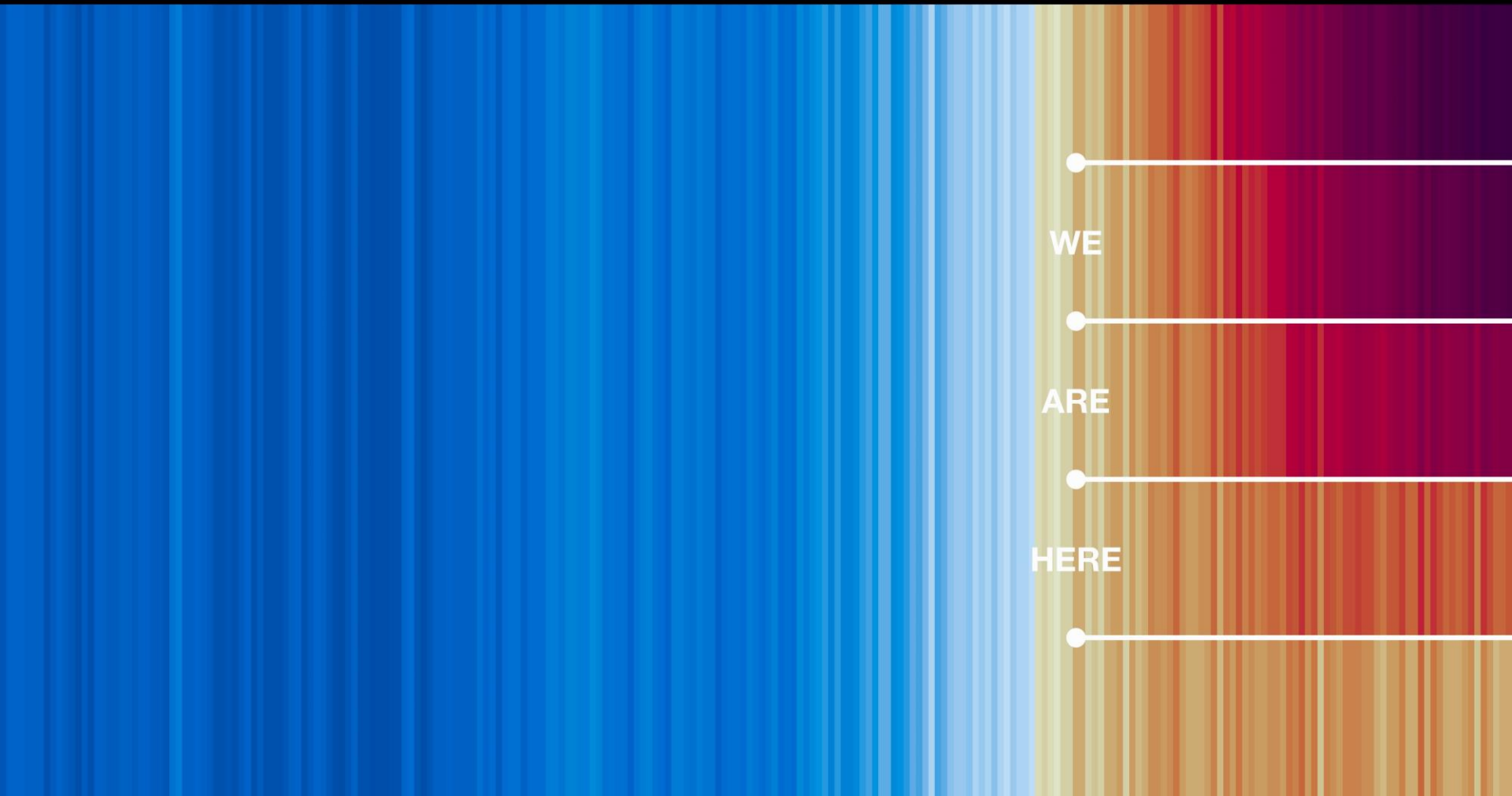
Global temperature change since 1850

Future choices up to 2100

WE

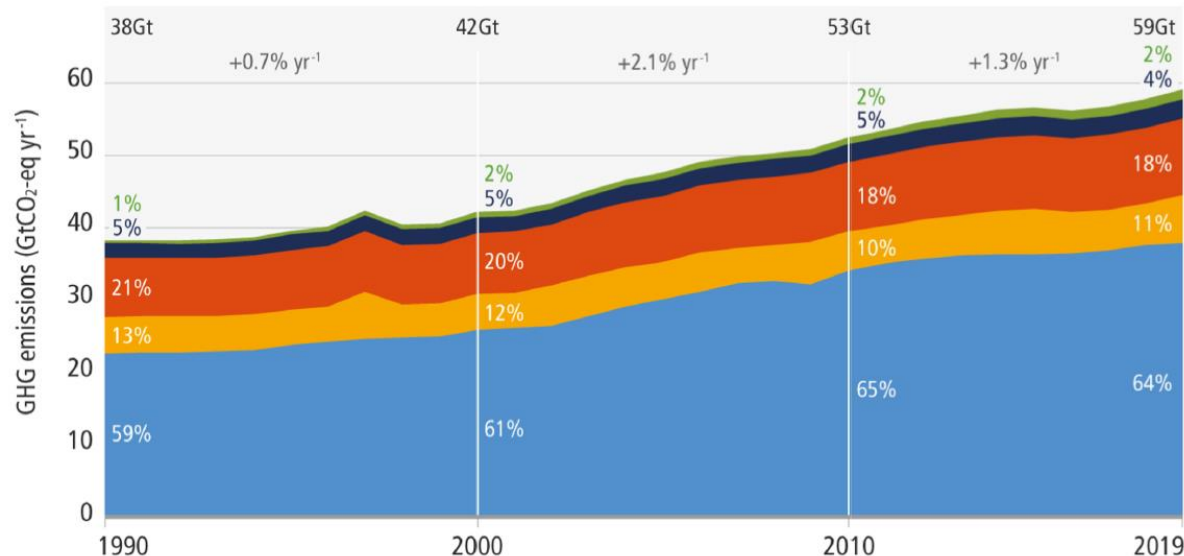
ARE

HERE



ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

IPCC 6th Assessment Report – Onde estamos



2010-2019

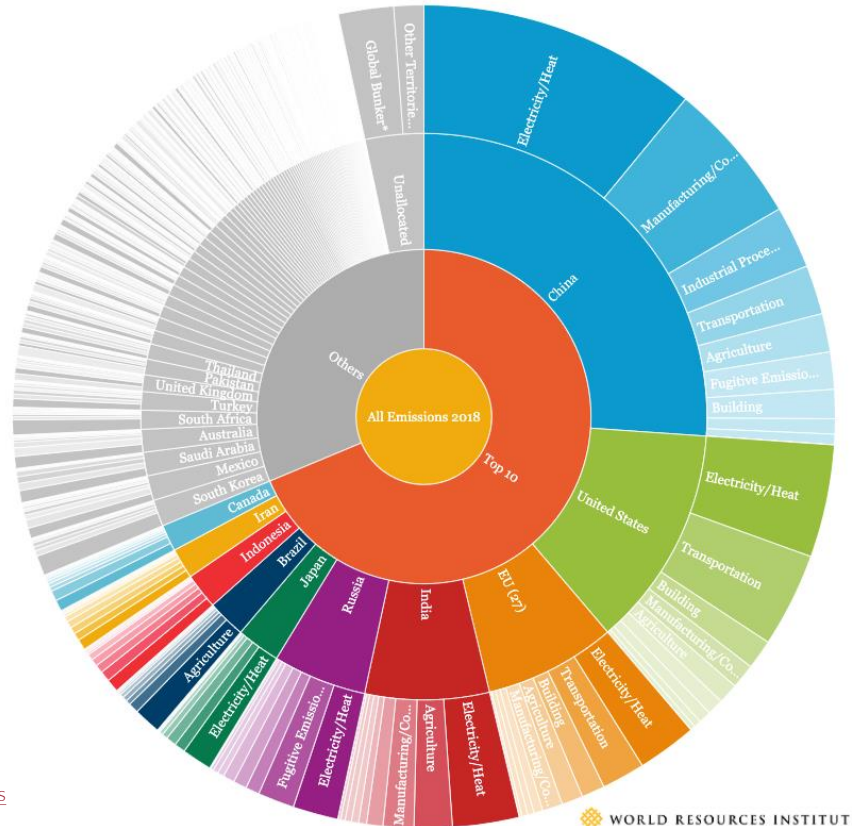
Nível de
emissões atinge
record

- Fluorinated gases (F-gases)
- Nitrous oxide (N₂O)
- Methane (CH₄)
- Net CO₂ from land use, land use change, forestry (CO₂LULUCF)
- CO₂ from fossil fuel and industry (CO₂FFI)

Fonte: ipcc Sixth Assessment Report, WG III – Mitigation of Climate Change

02 | RUMO À NEUTRALIDADE CARBÔNICA

Onde estamos!!!

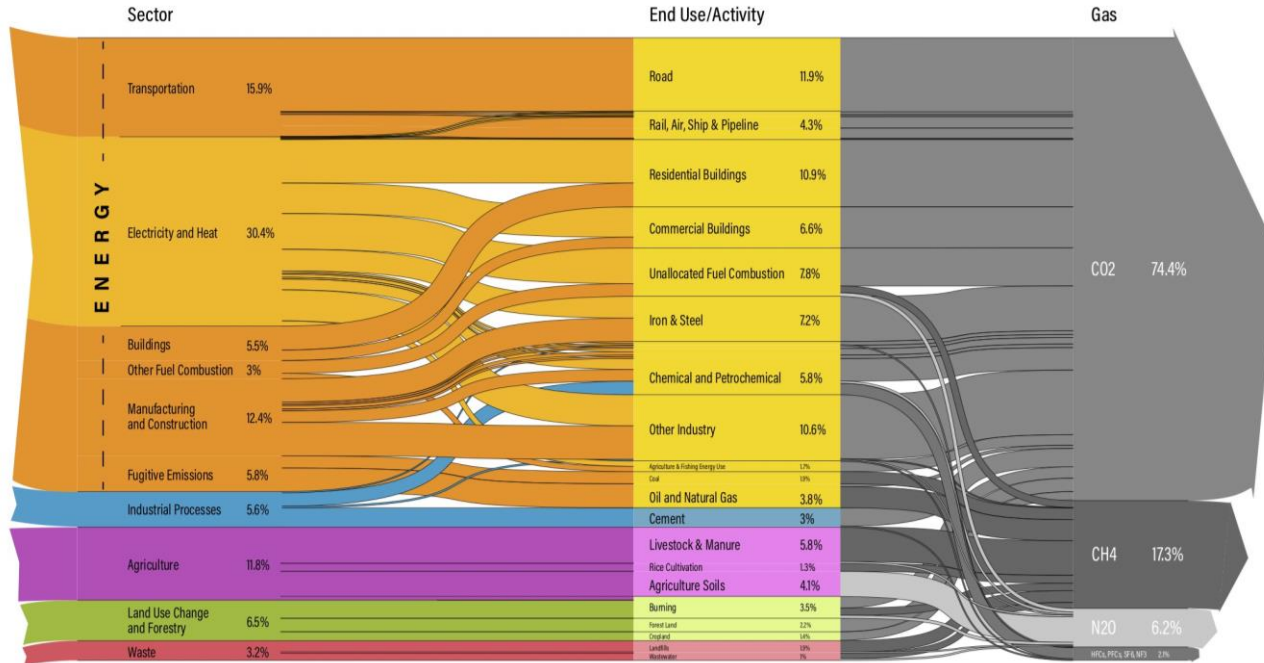


Source: Climate Watch Key Visualizations
Last updated: April 25, 2022

WORLD RESOURCES INSTITUTE

02 | RUMO À NEUTRALIDADE CARBÔNICA

Onde estamos!!!

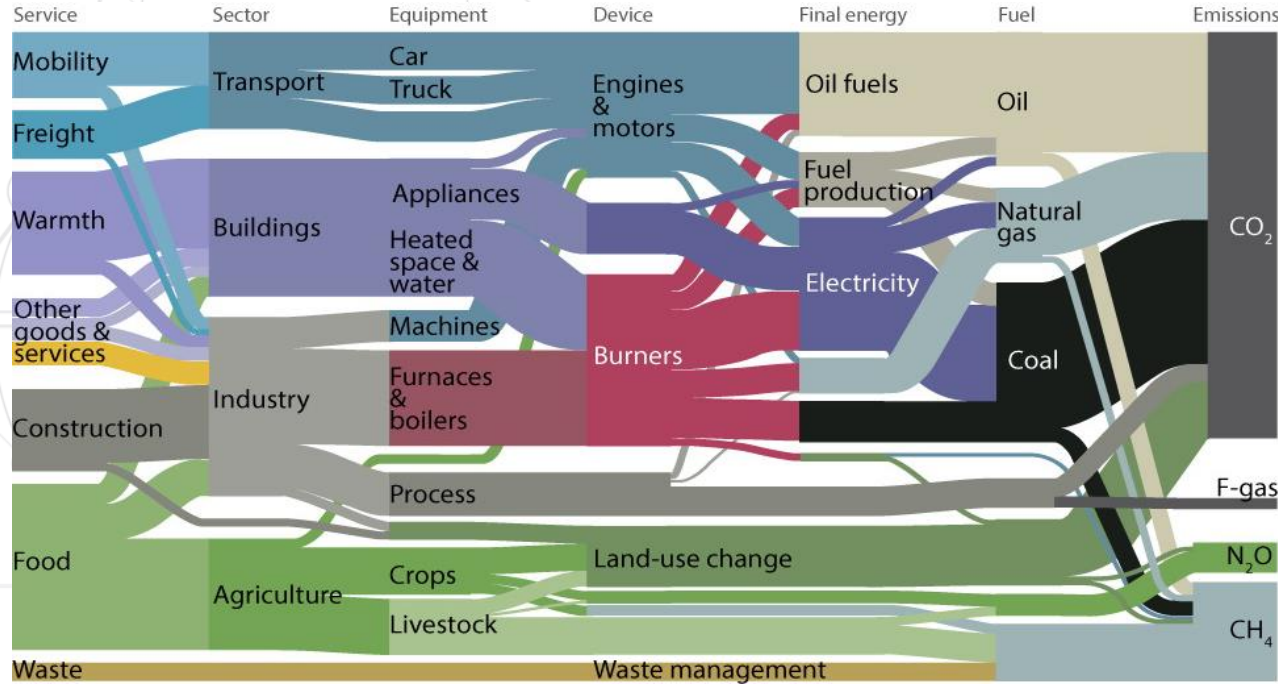


Source: Greenhouse gas emissions on Climate Watch. Available at: <https://www.climatewatchdata.org>

- É toda a **economia**: os bens que produzimos e consumimos, os alimentos que comemos, a forma como construímos e utilizamos os edifícios, a forma como acedemos aos serviços e ao bem (a forma como nos deslocamos);
- Os recursos fósseis ainda representam mais de 80% da utilização de energia (dados globais, 2018);
- Contribuição da produção alimentar, indústria e edifícios.

02 | RUMO À NEUTRALIDADE CARBÔNICA

Onde estamos!!!



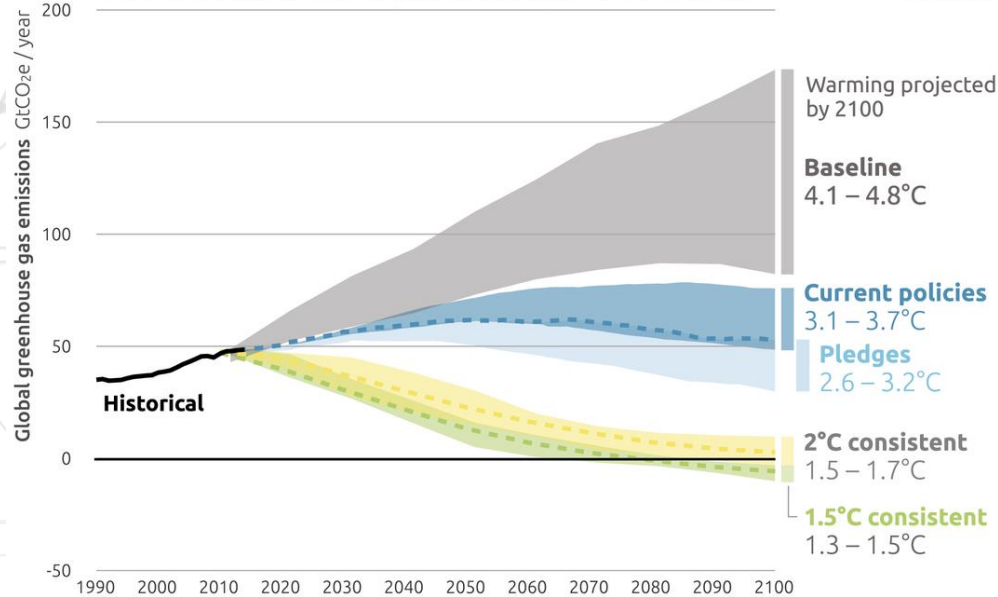
Fonte: <https://doi.org/10.1021/es400399h>

- É toda a **economia**: os bens que produzimos e consumimos, os alimentos que comemos, a forma como construímos e utilizamos os edifícios, a forma como acedemos aos serviços e ao bem (a forma como nos deslocamos);
- Os recursos fósseis ainda representam mais de 80% da utilização de energia (dados globais, 2018);
- Contribuição da produção alimentar, indústria e edifícios.

02 | RUMO À NEUTRALIDADE CARBÔNICA

2100 WARMING PROJECTIONS

Emissions and expected warming based on pledges and current policies



- “Current trends en route to **4°C to 5°C** warmer world in 2100
- Current Policies and Paris Pledges well below what is needed for a **2°C & 1.5°C**
- Impacts 1.5C vs 2C:
 - World population exposed to extreme heat **14%** (1.5 °C) vs **37%** (2 °C).
 - Increase in burned area in South of Europe **41%** (1.5 °C) vs **62%** (2 °C).
 - Availability of water in the SE **decreases by 9%** (1.5 °C) vs **17%** (2 °C).
 - **3 months** (1.5 °C) vs **6 months** (2 °C) of drought in SE.
 - Among many other (regional impacts derived from global models)... “

Fontes: <https://interactive.carbonbrief.org/impacts-climate-change-one-point-five-degrees-two-degrees>

ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

IPCC 6th Assessment Report – Principais conclusões

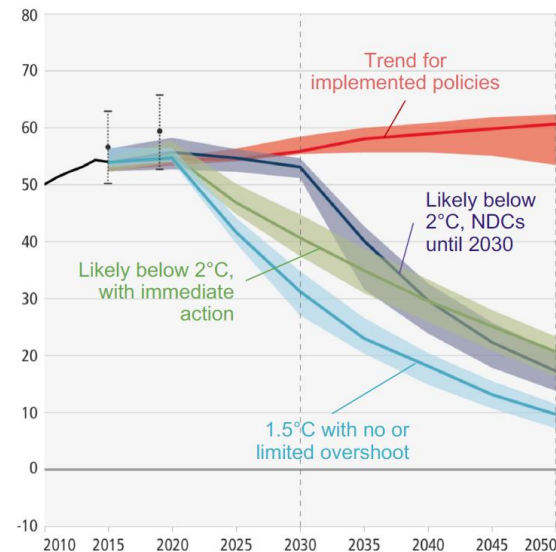
“Unless there are **immediate** and **deep** emissions reductions across all sectors, 1.5°C is beyond reach.”

Limitar o **aquecimento global a 1.5°C** implica...

- ... atingir o pico de emissões de GEE antes de 2025
- ... reduzir 43% até 2030
- ... neutralidade carbônica em 2050.

Limitar o **aquecimento global a 2.0°C** implica

- ... atingir o pico de emissões de GEE antes de 2025
- ... reduzir 27% até 2030
- ... neutralidade carbônica em 2070.



Fonte: ipcc Sixth Assessment Report,
WG III – Mitigation of Climate Change

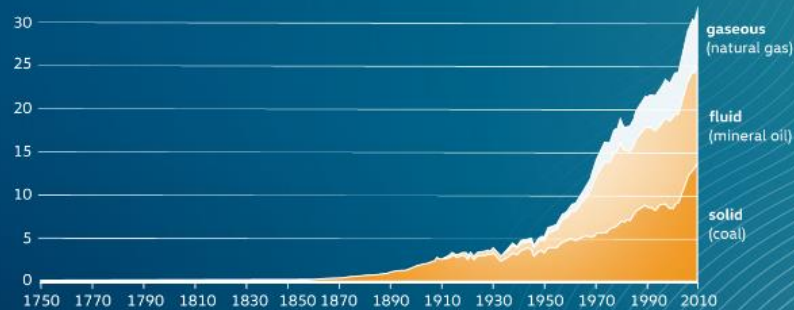
02 | RUMO À NEUTRALIDADE CARBÔNICA

Solução:

DESCARBONIZAR

Decarbonization = phasing out fossil energy

Energy-related CO₂ emissions worldwide, 1750 und 2010 in Gt CO₂/a



Source: National Oceanic and Atmospheric Administration Washington D. C. 2013

Five Elements to Achieve Deep Decarbonization

- 1 Employ Energy Efficiency** → Employ energy efficiency to the maximum degree in order to reduce the energy needs that have to be met.
- 2 Decarbonize Power Supply** → Decarbonize the electricity supply.
- 3 Economy-Wide Electrification** → Push clean electricity into other sectors.
- 4 Zero-Carbon Fuels** → Use zero-carbon fuels for the remaining areas that cannot be effectively electrified.
- 5 Carbon Capture and Removal** → Use CCUS and carbon dioxide removal for areas where fossil fuels are still needed and for achieving negative emissions.

Fonte: Decarbonizing the Electricity Sector & Beyond: Summary Report of the 2019 Winter Energy Roundtable

02 | RUMO À NEUTRALIDADE CARBÔNICA

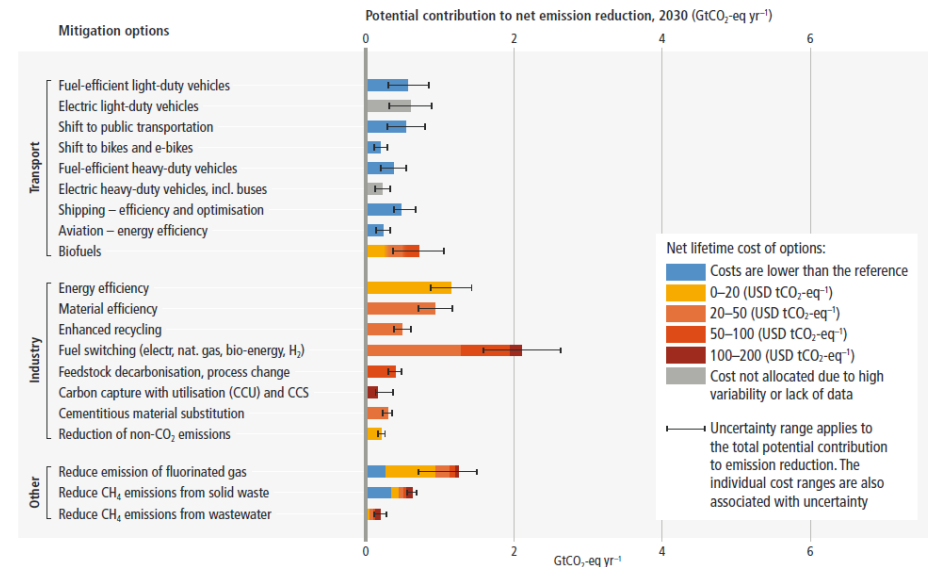
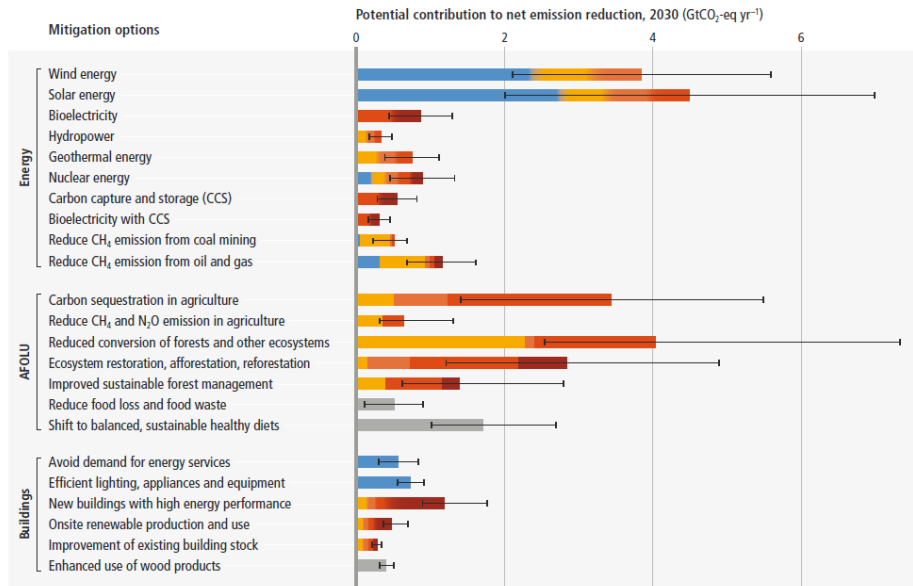
ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E ENERGIA
Opções de mitigação – custos e potencial

Figure SPM.7 | Overview of mitigation options and their estimated ranges of costs and potentials in 2030.

03 |

Estratégias, Objetivos e Metas de Descarbonização

03 | ESTRATÉGIAS, OBJETIVOS E METAS DE DESCARBONIZAÇÃO

COMPROMISSOS EUROPEUS E NACIONAIS

Acordos, metas, e planos

2015

ACORDO DE PARIS

Exige um esforço conjunto de todos os países na luta contra as alterações climáticas.

O acordo inclui obrigação de um plano de ação com objetivos de longo-prazo, contributos nacionais pré-definidos.

2019

PACTO ECOLÓGICO EUROPEU

A ambição de ser o primeiro continente com um impacto neutro no clima, garantindo que:

- As emissões de GEE sejam nulas em 2050
- Crescimento económico esteja dissociado da utilização de recursos
- Ninguém é deixado para trás

2021

FIT FOR 55

Aumento da ambição, com propostas específicas para preparar os diferentes setores para enfrentarem o desafio da transição.

2022

REPowerEU

Ação europeia conjunta para uma energia mais acessível, segura e sustentável. Poderá implicar a revisão de Diretivas e Regulamentos-chave que foram definidos/revistos no âmbito do pacto ecológico europeu



Covid-19



Conflito na Ucrânia

03 | ESTRATÉGIAS, OBJETIVOS E METAS DE DESCARBONIZAÇÃO

Acordo de Paris - 2015

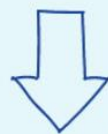
Em dezembro de 2015, pela primeira vez **todos os países do mundo** concordaram em unir esforços para:



manter o aquecimento global bem abaixo dos **2°C**



combater os efeitos das alterações climáticas



reduzir as emissões



aumentar as ambições

O acordo exige que as partes apresentem planos nacionais de redução das emissões e revejam, **de 5 em 5 anos**, os compromissos neles assumidos

Fonte: <https://www.consilium.europa.eu/pt/infographics/paris-agreement-eu/>

03 | ESTRATÉGIAS, OBJETIVOS E METAS DE DESCARBONIZAÇÃO

Compromisso da UE

A UE concordou em reduzir as emissões em **pelo menos 55 % até 2030**, um aumento em relação ao compromisso de 40 % assumido em 2014.

pelo menos
40 %

pelo menos
55 %

Neutralidade
Climática

O objetivo final da UE é alcançar a **neutralidade climática até 2050**. Para tal será necessária uma transição que deverá:



implicar a adoção de medidas por parte de **todos os setores da economia**



ser **socialmente equilibrada e equitativa**



preservar a **competitividade** da UE

THE TIMES
Friday February 25, 2022 | International | The Times
£2.50 (US \$6.50) to subscribers



A dark day for Europe
● Russian forces lay siege to Kyiv after lightning attack ● Ukrainian president warns of new iron curtain

The images of an elderly woman with a bloody face and a white headband, looking distressed, are a powerful symbol of the human cost of the conflict. The headline 'A dark day for Europe' captures the gravity of the situation, while the sub-headline highlights the Russian military advance and the Ukrainian president's warning of a new 'iron curtain'.

i **Ukraine's agony**
Families flee as war comes to Europe



The large red letter 'i' is a prominent visual element. The headline 'Ukraine's agony' is in a bold, sans-serif font. The sub-headline 'Families flee as war comes to Europe' is in a smaller font. The image shows a woman in a black jacket and red shirt, looking distressed with her hands near her face, capturing the human impact of the war.

The Daily Telegraph
We're for you



FROM RUSSIA WITH HATE

10 cities bombarded **Mass civilian casualties**
Putin spews TV lies **ScoMo vows payback**

IT'S WAR

The Daily Telegraph's cover features a woman with a bloody face and a white headband, looking distressed. The headline 'IT'S WAR' is in large, bold, black letters. The sub-headline 'FROM RUSSIA WITH HATE' is in a smaller font. The text '10 cities bombarded' and 'Mass civilian casualties' are in a smaller font. The text 'Putin spews TV lies' and 'ScoMo vows payback' are in a smaller font.

NEW YORK POST
LATE CITY FINAL

Putin declares war on Ukraine at 5:50 a.m.
Explosions rock Kyiv
Warns NATO to stay out

WAR IN EUROPE

The New York Post's cover features a woman with a bloody face and a white headband, looking distressed. The headline 'WAR IN EUROPE' is in large, bold, black letters. The sub-headline 'Putin declares war on Ukraine at 5:50 a.m.' is in a smaller font. The text 'Explosions rock Kyiv' and 'Warns NATO to stay out' are in a smaller font.

Bangkok Post
DELIVERY: FREE
HAPPY A QUESTION
Tel: 0 2915 4444
Bangkok Post Co., Ltd.
The Newspaper You Can Trust

Russia blitzes Ukraine

COUNTDOWN TO CONFLICT

The Bangkok Post's cover features a woman with a bloody face and a white headband, looking distressed. The headline 'Russia blitzes Ukraine' is in large, bold, black letters. The sub-headline 'COUNTDOWN TO CONFLICT' is in a smaller font.

The Sydney Morning Herald
INDEPENDENT, AUSTRALIA

Russia attacks Ukraine **Casualties mount**
Putin declares war

The Sydney Morning Herald's cover features a woman with a bloody face and a white headband, looking distressed. The headline 'Putin declares war' is in large, bold, black letters. The sub-headline 'Russia attacks Ukraine' and 'Casualties mount' are in a smaller font.

EL PAÍS
EL PERIÓDICO GLOBAL

Putin lanza un ataque masivo contra Ucrania

The El País's cover features a woman with a bloody face and a white headband, looking distressed. The headline 'Putin lanza un ataque masivo contra Ucrania' is in large, bold, black letters.

FINANCIAL TIMES
NATIONAL NEWSPAPER OF THE YEAR

Putin's forces storm Ukraine

The Financial Times's cover features a woman with a bloody face and a white headband, looking distressed. The headline 'Putin's forces storm Ukraine' is in large, bold, black letters.

Europe's darkest hour since WWII
RUSSIA STRIKES

The website of The Times features a woman with a bloody face and a white headband, looking distressed. The headline 'RUSSIA STRIKES' is in large, bold, black letters.

Russia's invasion makes no sense to the rest of us

The Sydney Morning Herald's website features a woman with a bloody face and a white headband, looking distressed. The headline 'Russia's invasion makes no sense to the rest of us' is in large, bold, black letters.

EL PAÍS
EL PERIÓDICO GLOBAL

Putin lanza un ataque masivo contra Ucrania

The El País's website features a woman with a bloody face and a white headband, looking distressed. The headline 'Putin lanza un ataque masivo contra Ucrania' is in large, bold, black letters.

FINANCIAL TIMES
NATIONAL NEWSPAPER OF THE YEAR

Putin's forces storm Ukraine

The Financial Times's website features a woman with a bloody face and a white headband, looking distressed. The headline 'Putin's forces storm Ukraine' is in large, bold, black letters.

03 | ESTRATÉGIAS, OBJETIVOS E METAS DE DESCARBONIZAÇÃO

DESAFIOS ENERGÉTICOS

Conflito na Ucrânia

Russia is one of the world's top oil producers and exporters and a giant in natural gas markets

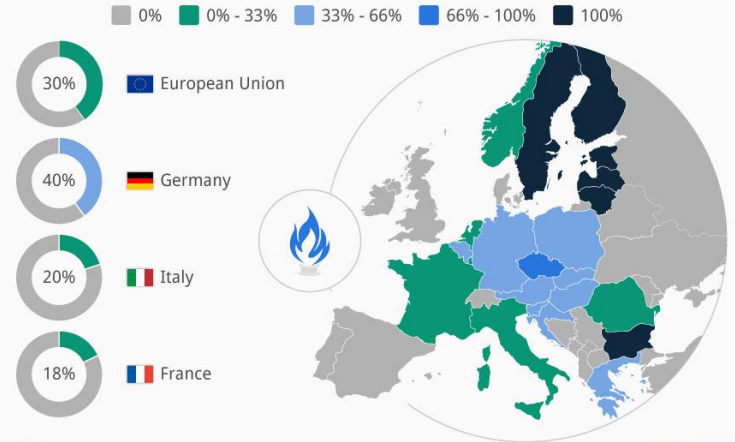
It is one of the world's top three crude producers, vying for the top spot with Saudi Arabia and the United States. (...) Russia is also the world's second-largest producer of natural gas, behind the United States, and has the world's largest gas reserves. Russia is the world's largest gas exporter.

Implications for international energy security

<https://www.iea.org/topics/russia-s-war-on-ukraine>

Europe is Highly Dependent on Russian Gas

Percentage of gas supplied by Russia to European countries



© StatistaCharts

Sources: CNN, WTO, U.S. Census Bureau, Eurostat

statista

REPowerEU

Affordable, secure and sustainable energy for Europe



SAVING

Every citizen, business, and organisation can save energy. Small behavioural changes, if we all commit to them, can make a significant difference. Contingency measures for supply interruptions will also be needed.



DIVERSIFYING

The EU is working with international partners to find alternative energy supplies. In the short-term, we need alternative supplies of gas, oil and coal as quickly as possible, and looking to the future we will need renewable hydrogen too.



ACCELERATING CLEAN ENERGY

Renewables are the cheapest and cleanest energy available, and can be produced domestically, reducing our need for energy imports. **REPowerEU** will speed up the green transition and spur massive investment in renewable energy. We also need to enable industry and transport to substitute fossil fuel use faster to bring down emissions and dependencies.



INVESTMENT AND REFORM

Additional investments of €210 billion are needed between now and 2027 to achieve our independence from Russian fossil fuel imports, currently costing European taxpayers nearly €100 billion per year. The Commission proposes that Member States develop national **REPowerEU** plans to implement these new priorities.

03 | ESTRATÉGIAS, OBJETIVOS E METAS DE DESCARBONIZAÇÃO

REPowerEU

Affordable, secure and sustainable energy for Europe

Substituição de comb. fósseis e aceleração da transição

Aceleração e massificação de FER na geração de eletricidade, na indústria, edifícios e transporte.

Aumento de 40% para 45% de FER até 2025

Aceleração da **integração de H2**, investindo na infraestrutura de produção, importação e transporte (até 20 milhões de toneladas)

Aceleração da produção de **biometano**, atingindo 35 bcm em 2030

Redução do uso de combustíveis fósseis, substituindo carvão, prod. petrolífero e gás natural nos setores da indústria e dos transportes → eletrificação da indústria, em combinação com o uso de H2 verde, e conversão de transporte de carga.



2025



320 GW

2030



600 GW

03 | ESTRATÉGIAS, OBJETIVOS E METAS DE DESCARBONIZAÇÃO

REPowerEU

Investimento e reforma

Investimento previsto de 210b€ até 2027, o que poderá levar a poupanças de cerca 95 biliões (menos importações e gastos com gás, petróleo e carvão)

Interligações europeias e investimentos na infraestrutura de gás e eletricidade

Novas reformas e investimentos, incluindo PRR

€29 billion in the power grid by 2030 to enable greater electricity use



€37 billion to increase biomethane production by 2030

€ 10 billion investments to import sufficient LNG and pipeline gas by 2030



€210 billion by 2027



€1.5-2 billion for security of oil supply



€56 billion for energy efficiency and heat pumps by 2030



€41 billion for adapting industry to use less fossil fuels by 2030



€113 billion for renewables (**€86bn**) and key hydrogen infrastructure (**€27bn**) by 2030

03 | ESTRATÉGIAS, OBJETIVOS E METAS DE DESCARBONIZAÇÃO

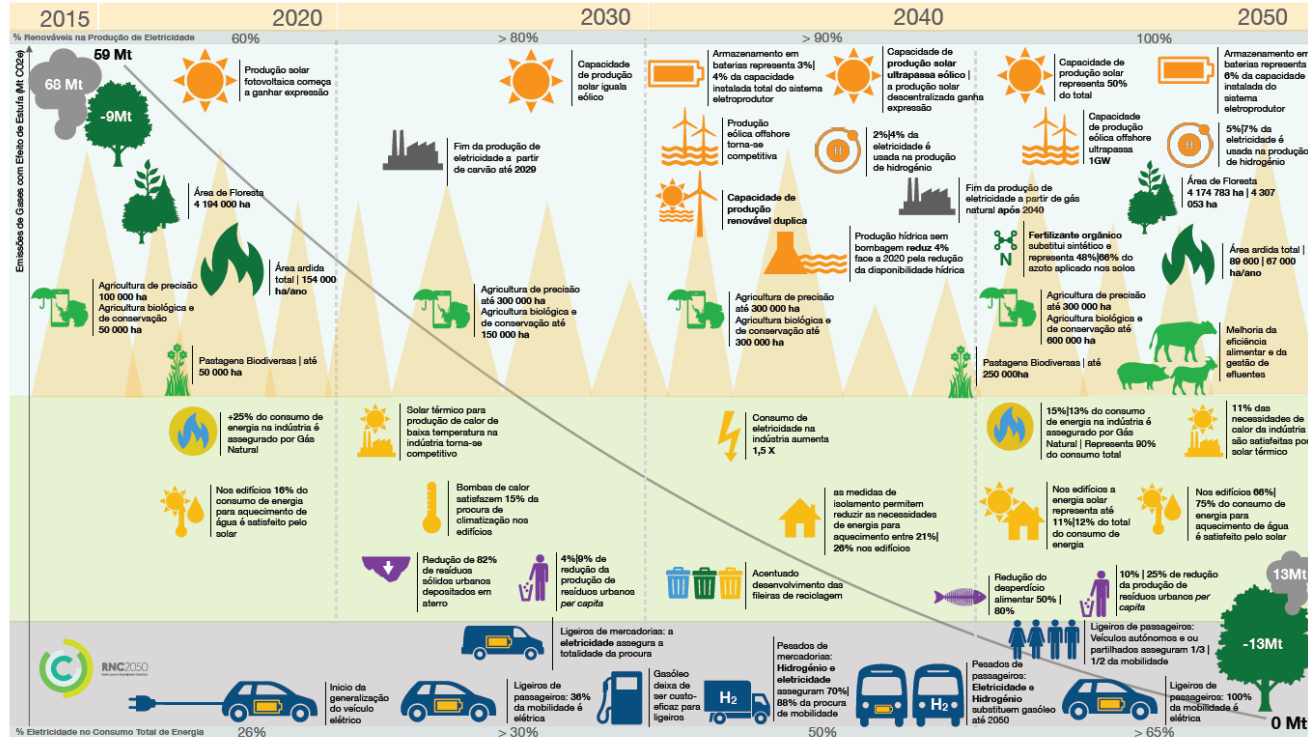
REPowerEU

Infraestruturas de transporte de gás e eletricidade



03 | ESTRATÉGIAS, OBJETIVOS E METAS DE DESCARBONIZAÇÃO

Resposta Nacional

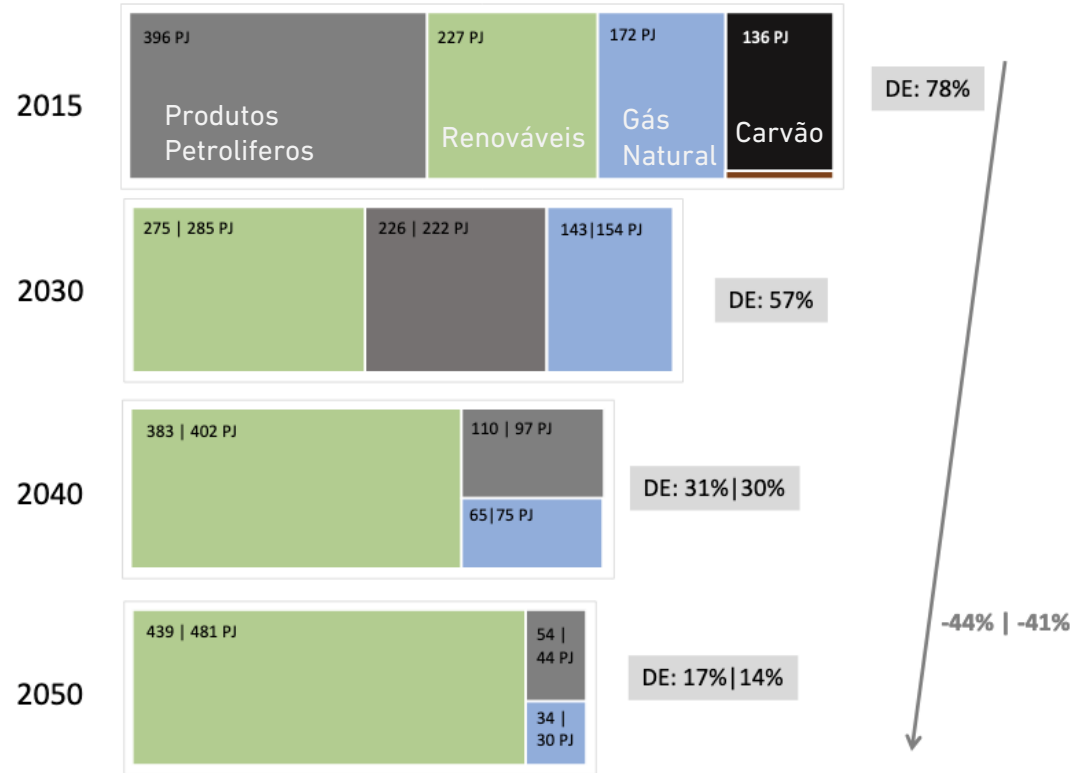
RNC 2050
Roteiro para a Neutralidade Carbónica

Fonte: ROTEIRO PARA A NEUTRALIDADE CARBÓNICA 2050 (RNC2050) - ESTRATÉGIA DE LONGO PRAZO PARA A NEUTRALIDADE CARBÓNICA DA ECONOMIA PORTUGUESA EM 2050

03 | ESTRATÉGIAS, OBJETIVOS E METAS DE DESCARBONIZAÇÃO



- Diminuição acentuada do uso de energia primária
- Consumo de GN diminui mais de 80% entre 2015 e 2050 (10% 2030, 56% em 2040)
- Energia primária de fontes renováveis duplica



Fonte: https://descarbonizar2050.pt/uploads/RNC2050_Sessao_publica_4dez2018.pdf

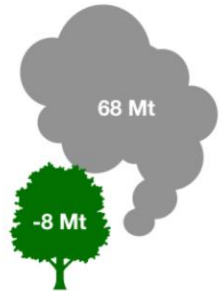
03 | ESTRATÉGIAS, OBJETIVOS E METAS DE DESCARBONIZAÇÃO

METAS NACIONAIS

Milestones 2030, 2040 e 2050

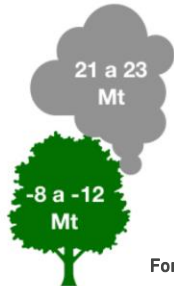
2015

-33% (/2005)



2040

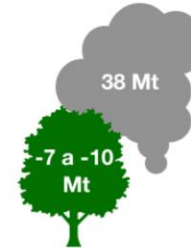
-83% | -88% (/2005)



Estratégias Setoriais

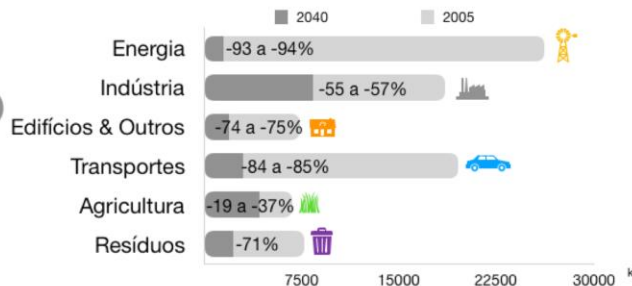
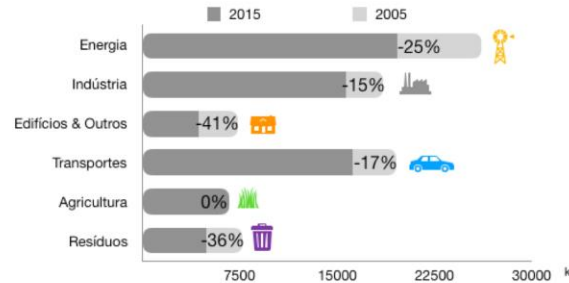
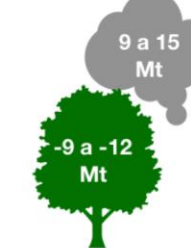
2030

-65% | -68% (/2005)



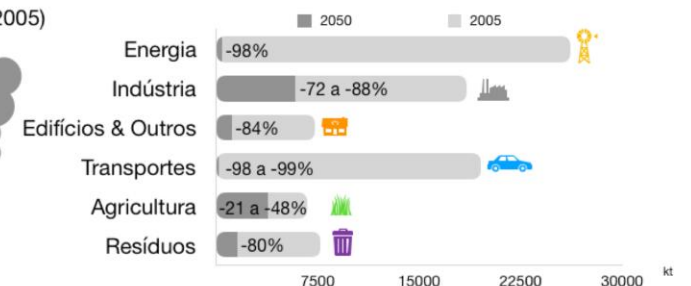
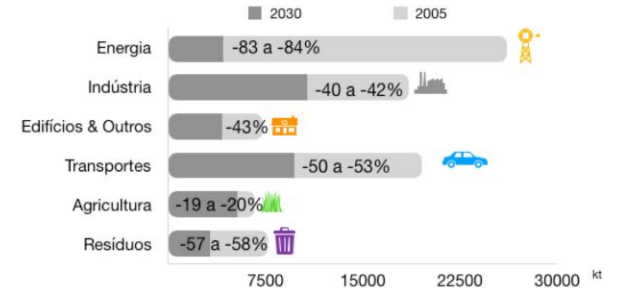
2050

-93% | -100% (/2005)



RNC 2050

Roteiro para a Neutralidade Carbónica



Fonte: ROTEIRO PARA A NEUTRALIDADE CARBÓNICA 2050 (RNC2050) - ESTRATÉGIA DE LONGO PRAZO PARA A NEUTRALIDADE CARBÓNICA DA ECONOMIA PORTUGUESA EM 2050

03 | ESTRATÉGIAS, OBJETIVOS E METAS DE DESCARBONIZAÇÃO



Resposta Nacional

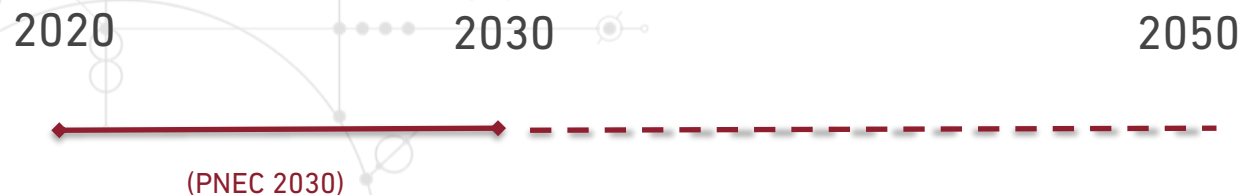
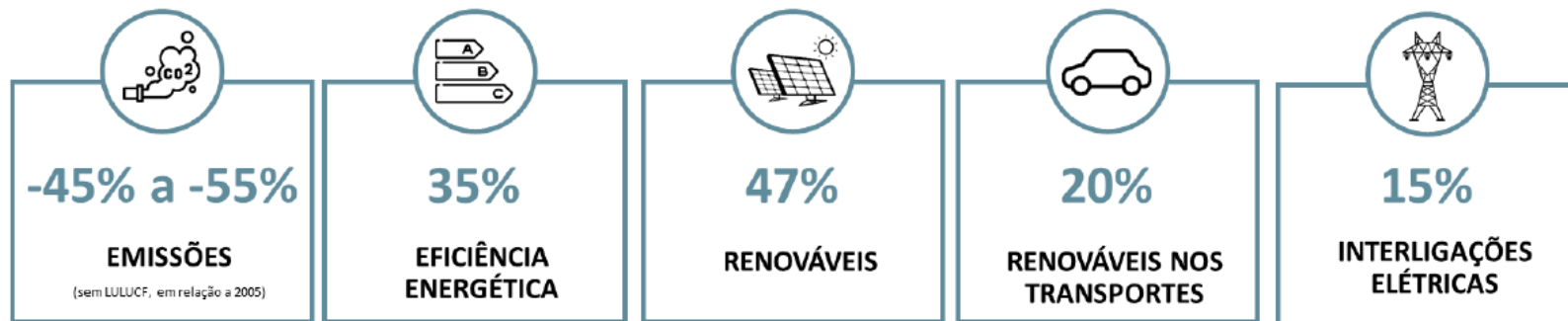


Figura 1 - Metas energia e clima de Portugal para o horizonte 2030 [Fonte: PNEC 2030]



Metas Energia e Clima de Portugal para o horizonte 2030 (Fonte: PNEC 2030)

03 | ESTRATÉGIAS, OBJETIVOS E METAS DE DESCARBONIZAÇÃO

Descarbonização | EN-H2

O HIDROGÉNIO EM PORTUGAL PODERÁ REPRESENTAR...

OS NOSSOS OBJETIVOS PARA 2030...



5%

NO CONSUMO
FINAL DE ENERGIA



5%

NO CONSUMO DO
TRANSPORTE RODOVIÁRIO



5%

NO CONSUMO DO SETOR
DA INDÚSTRIA



15%

INJEÇÃO NAS REDES
DE GÁS NATURAL



50-100

ESTAÇÕES DE
ABASTECIMENTO



2 GW

CAPACIDADE INSTALADA
EM ELETROLISADORES



7 000 M€

INVESTIMENTO EM PROJETOS
DE PRODUÇÃO HIDROGÉNIO



300-600 M€

REDUÇÃO DAS IMPORTAÇÕES
DE GÁS NATURAL



900 M€

APOIOS AO INVESTIMENTO E
À PRODUÇÃO



Tabela 9 – Proposta de metas e objetivos de incorporação, em volume, de hidrogénio nos vários setores

	2025	2030	2040	2050
 H ₂ NA REDE DE TRANSPORTE DE GÁS NATURAL ²⁰	1% - 5%	10% - 15%	40% - 50%	75% - 80%
 H ₂ NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL ²¹	1% - 5%	10% - 15%	40% - 50%	75% - 80%
 H ₂ NO CONSUMO DA INDÚSTRIA ²²	0,5% - 1%	2% - 5%	10% - 15%	20% - 25%
 H ₂ NO CONSUMO DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO	0,1% - 0,5%	1% - 5%	5% - 10%	20% - 25%
 H ₂ NO TRANSPORTE MARÍTIMO DOMÉSTICO	0%	3% - 5%	10% - 15%	20% - 25%
 H ₂ NO CONSUMO TOTAL FINAL DE ENERGIA	1% - 2%	2% - 5%	7% - 10%	15% - 20%
 H ₂ NAS CENTRAIS TERMOELÉTRICAS A GÁS NATURAL	1% - 5%	5% - 15%	40% - 50%	75% - 80%
 CAPACIDADE PARA PRODUÇÃO DE H ₂	250 - 500 MW	1,75 - 2 GW	3 GW	5 GW
 CAPACIDADE PARA PRODUÇÃO DE H ₂ UPD ²³ (<5 MW)	50 MW	100 MW	250 MW	500 MW
 N.º DE PONTOS DE ABASTECIMENTO	10 - 25	50 - 100	500 - 700	1000 - 1500
 N.º DE VEÍCULOS PESADOS DE PASSAGEIROS	25 - 50	400 - 750	1500 - 2500	4500 - 6000
 N.º DE VEÍCULOS PESADOS DE MERCADORIAS	25 - 50	400 - 500	4000 - 5000	10000 - 12000
 N.º DE VEÍCULOS LIGEIROS (PASSAGEIROS E MERCADORIAS)	400 - 500	750 - 1000	4000 - 5000	25000 - 30000

03 | ESTRATÉGIAS, OBJETIVOS E METAS DE DESCARBONIZAÇÃO

Resposta Nacional

2020

2030

2050

(PNEC 2030)

SEGURANÇA DO ABASTECIMENTO
MERCADO INTERNO
INVESTIGAÇÃO, INOVAÇÃO
E COMPETITIVIDADE

PNEC 2030
PLANO NACIONAL ENERGIA E CLIMA

DESCARBONIZAÇÃO
ENERGIAS RENOVÁVEIS
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

RNC 2050
ROTEIRO PARA A NEUTRALIDADE
CARBÔNICA 2050

PNI 2030
PLANO NACIONAL DE INVESTIMENTOS

GRANDES PROJETOS ESTRUTURANTES

R



PRR
Plano de Recuperação
e Resiliência



04 |

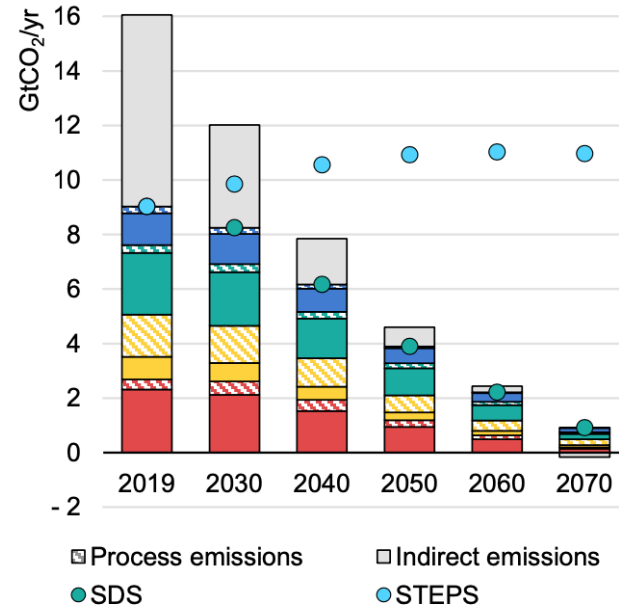
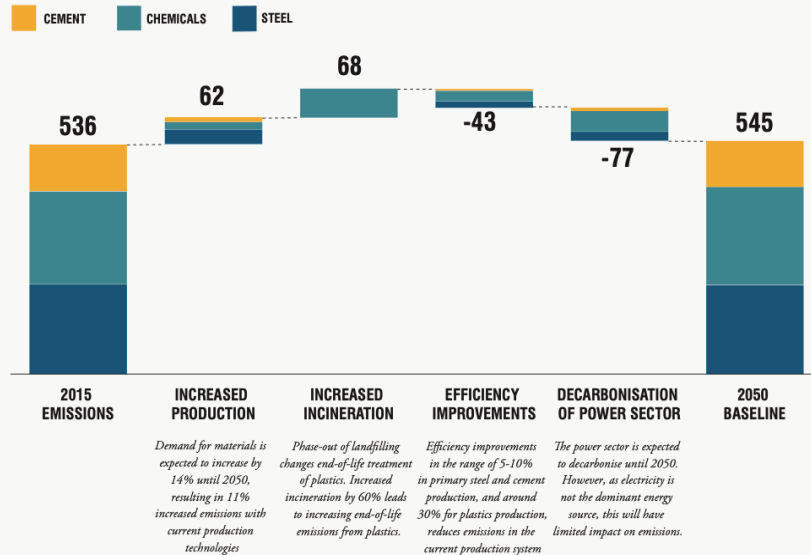
Descarbonização da Indústria

Contexto, objetivos e metas

04 | DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA - CONTEXTO, OBJETIVOS E METAS

WITHOUT DEEP CHANGE, CO₂ EMISSIONS FROM STEEL, CHEMICALS, AND CEMENT WOULD REMAIN AT MORE THAN 500 MT CO₂ PER YEAR

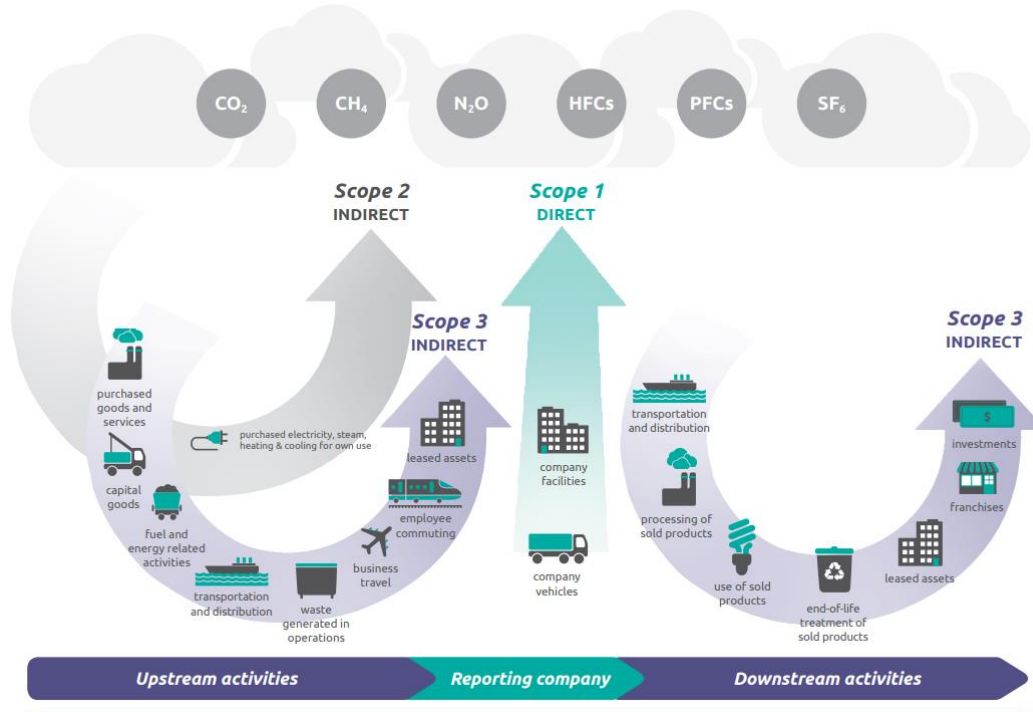
EMISSIONS IN A BASELINE SCENARIO
Mt, CO₂ PER YEAR



Sources: Material Economics (2019). Industrial Transformation 2050 - Pathways to Net-Zero Emissions from EU Heavy Industry. IEA (2020) Energy Technology Perspective.

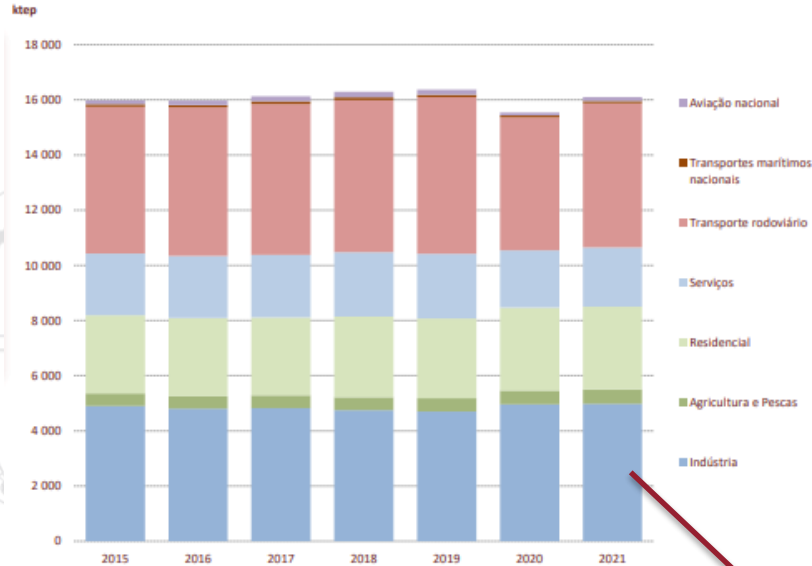
04 | DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA - CONTEXTO, OBJETIVOS E METAS

Figure [1.1] Overview of GHG Protocol scopes and emissions across the value chain



04 | DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA - CONTEXTO, OBJETIVOS E METAS

Consumo de energia final

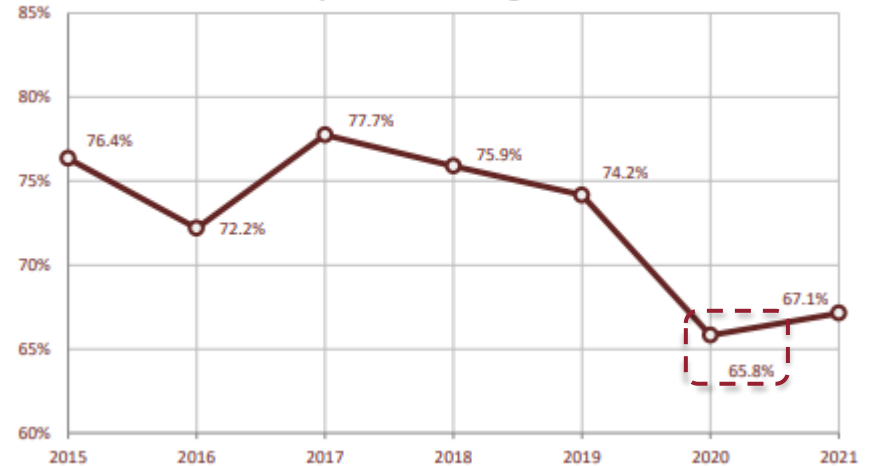


Nota: o setor da indústria inclui a indústria transformadora, extrativa e construção.

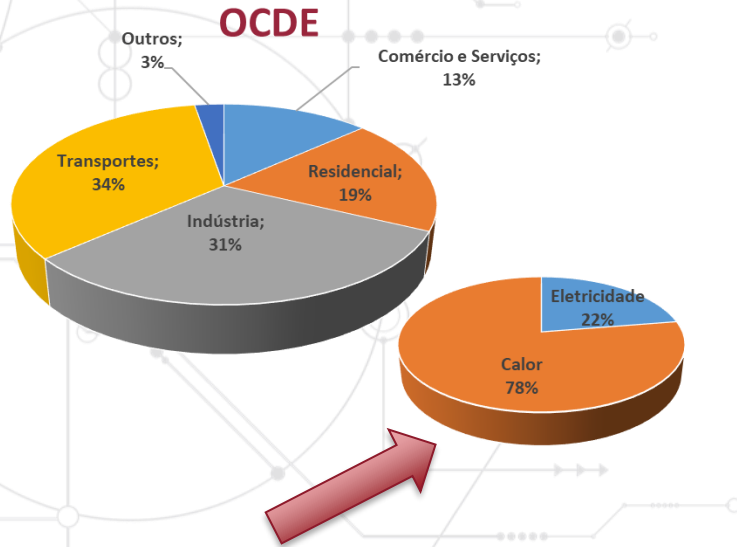
Fonte: Balanço Energético Nacional – 2020 – DGEG
<https://www.dgeg.gov.pt/media/hmqkkm2m/dgeg-ben-2020.pdf>

~31 %

Dependência energética



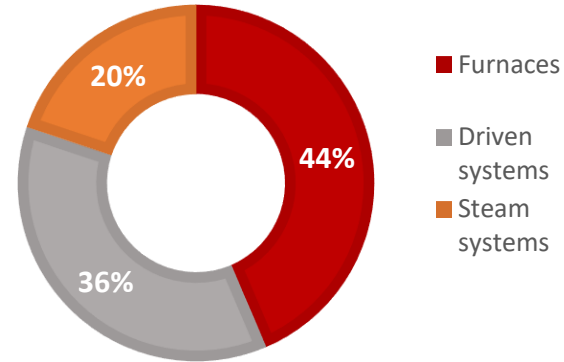
04 | DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA - CONTEXTO, OBJETIVOS E METAS



Os grande desafios estão nos processos térmicos industriais

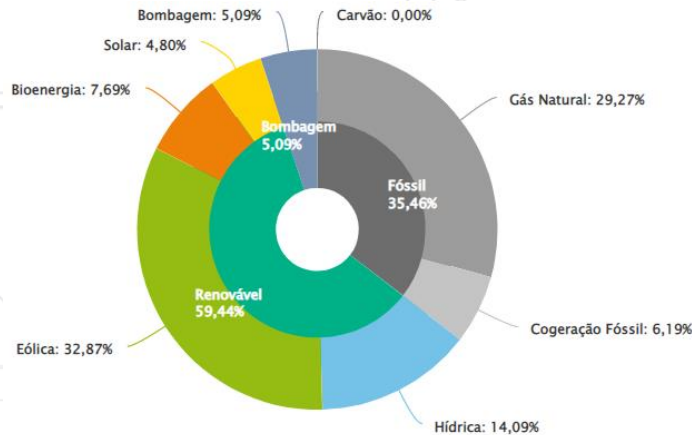
Fonte: <https://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/producao>

TOTAL PRIMARY ENERGY PER CONVERSION SYSTEM (INDUSTRY)



04 | DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA - CONTEXTO, OBJETIVOS E METAS

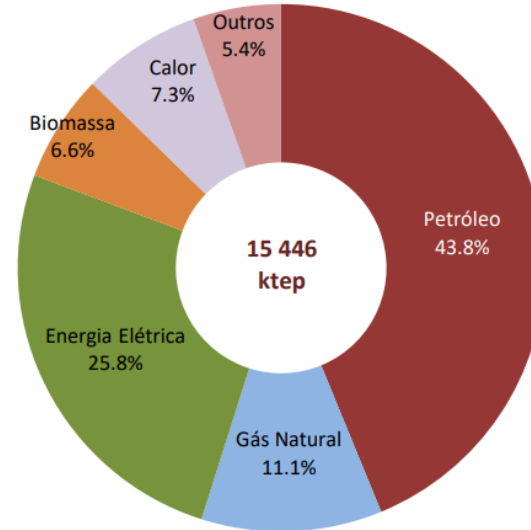
Entre janeiro e abril de 2022 foram gerados 14 677 GWh de **eletricidade** em Portugal Continental, dos quais 59,4 % foram de origem renovável.



Fonte: <https://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/producao>

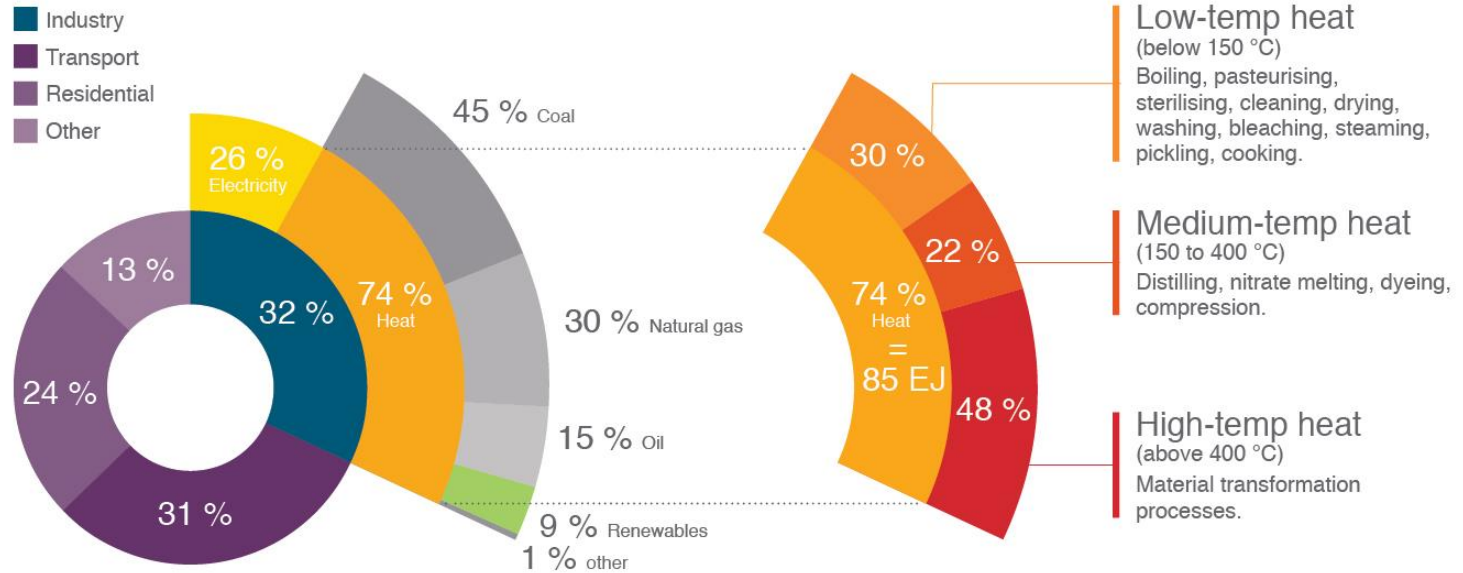
Highcharts.com

Consumo de Energia Final 2020



Fonte: Balanço Energético Nacional – 2020 – DGE
<https://www.dgeg.gov.pt/media/hmqkkm2m/dgeg-ben-2020.pdf>

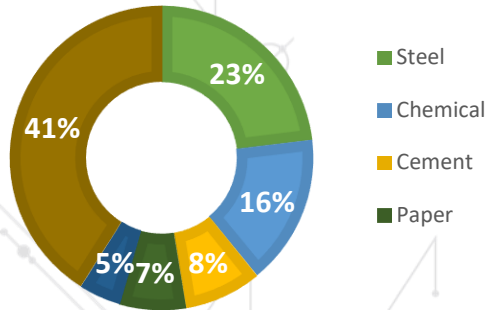
04 | DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA - CONTEXTO, OBJETIVOS E METAS



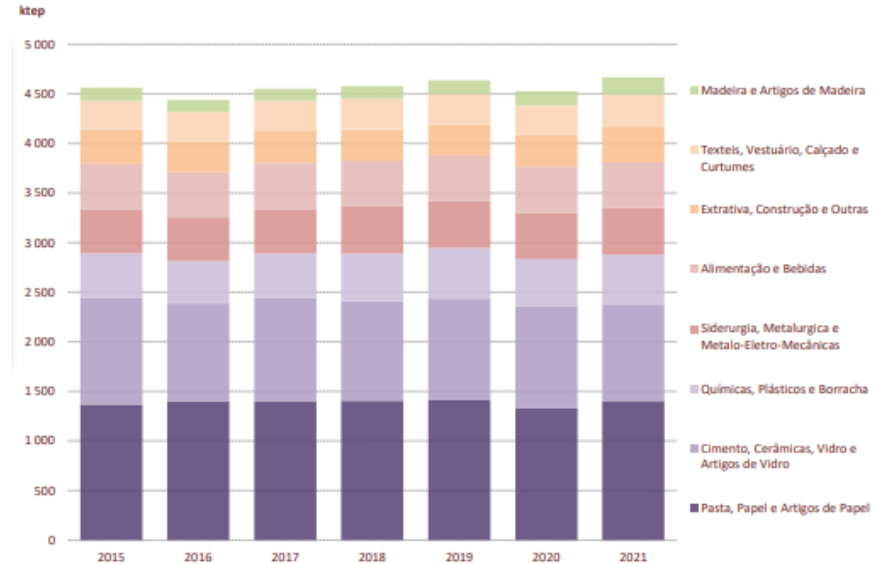
Source: *Solar Heat for Industry – Solar Payback Project*, 2017

04 | DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA - CONTEXTO, OBJETIVOS E METAS

PRIMARY ENERGY PER SECTOR
(INDUSTRY)

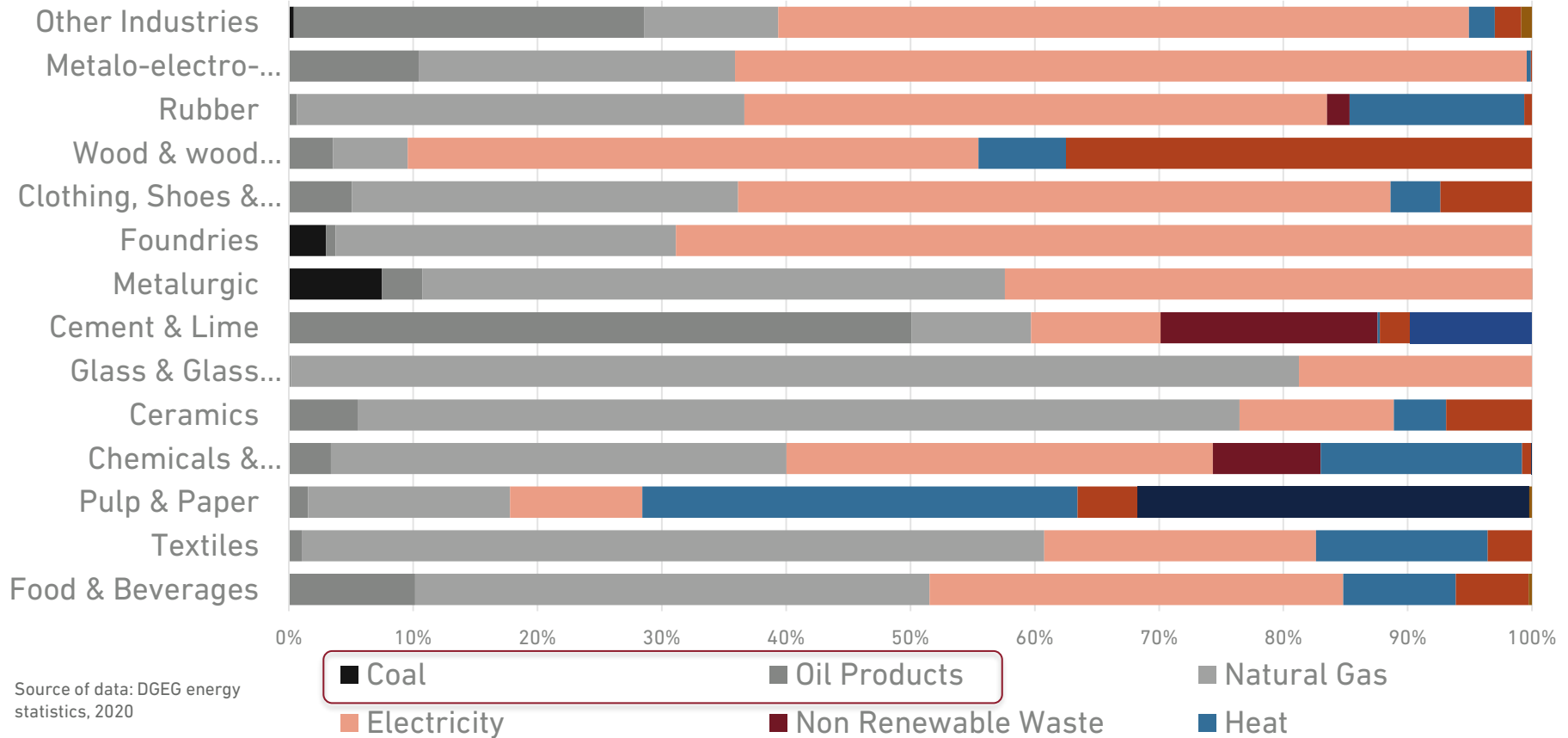


Consumo final na indústria



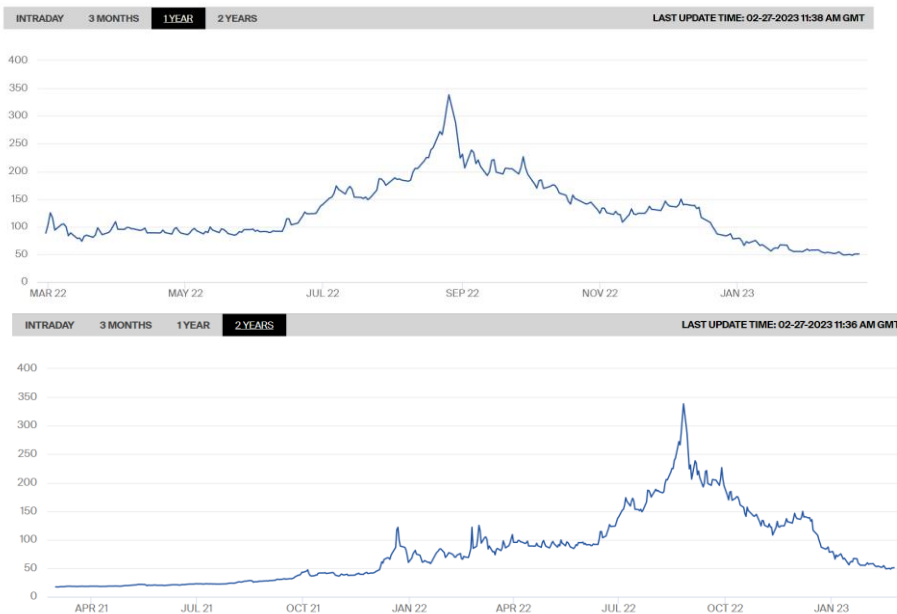
Nota: Estão excluídos os consumos de produtos não energéticos.

04 | DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA - CONTEXTO, OBJETIVOS E METAS



04 | DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA - CONTEXTO, OBJETIVOS E METAS

Preço Gás Natural €/MWh



2022-04-08 às 18h33

Governo congratula-se com a aprovação do Mecanismo Ibérico que limita o preço do gás para efeitos de produção de eletricidade

O Governo português congratula-se com a aprovação hoje, pela Comissão Europeia (CE), do Mecanismo Ibérico que define um regime excecional para a fixação dos preços no Mercado Ibérico de Eletricidade (MIBEL) e que entra em vigor a 14 de junho e que produz efeitos no mercado de eletricidade no dia seguinte (15 de junho).

Com carácter excecional, o Mecanismo surge na sequência da escalada de preços no mercado do gás (em máximos históricos), com consequências diretas nos preços da eletricidade. A medida vigorará até 31 de maio de 2023, englobando o período de maior consumo de eletricidade (outono e inverno).

Durante este período será definido um preço máximo médio de 48,75 euros por megawatt-hora, para o gás natural utilizado nas centrais termoeleétricas para produção de eletricidade.

Fonte: <https://www.portugal.gov.pt/pt/gc23/comunicacao/comunicado?i=governo-congratula-se-com-a-aprovacao-do-mecanismo-iberico-que-limita-o-preco-do-gas-para-efeitos-de-producao-de-eletricidade>

Governo tem 160 milhões para pagar gás a empresas intensivas em energia

Lusa
11 Abril 2022

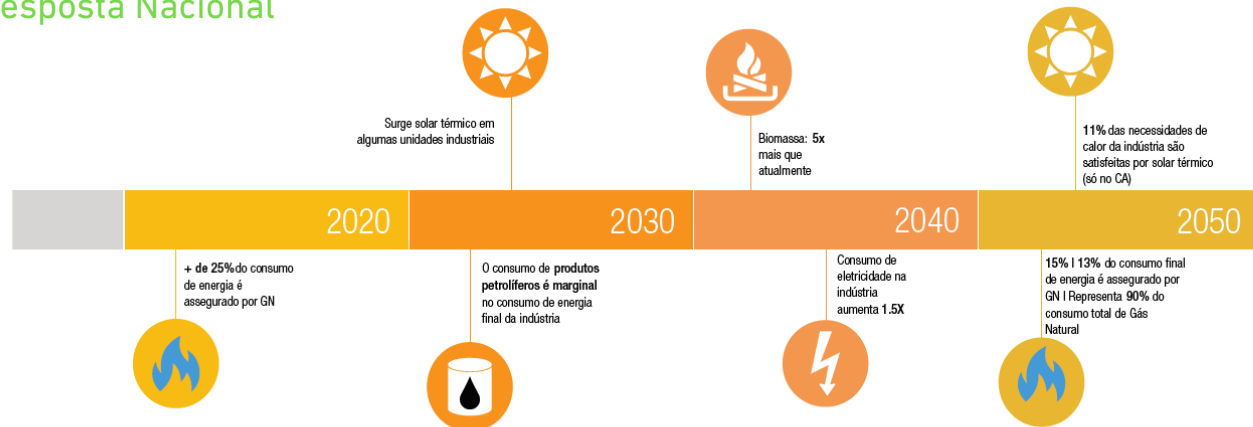


Fonte: <https://eco.sapo.pt/2022/04/11/governo-tem-160-milhoes-para-pagar-gas-a-empresas-intensivas-em-energia/>

04 | DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA - CONTEXTO, OBJETIVOS E METAS



Resposta Nacional



% de eletrificação	28	30 32	40 39	54 55
Consumo de Energia (PJ)	195	198 204	194 207	194 216
% Redução de GEE (face 2005)	-32	-48 -52	-60 -59	-73 -72

CO₂

Fonte: ROTEIRO PARA A NEUTRALIDADE CARBÓNICA 2050 (RNC2050) - ESTRATÉGIA DE LONGO PRAZO PARA A NEUTRALIDADE CARBÓNICA DA ECONOMIA PORTUGUESA EM 2050

04 | DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA - CONTEXTO, OBJETIVOS E METAS

Principais drivers de descarbonização do setor da indústria:

- Eficiência energética e de recursos;
- Eletrificação;
- Solar térmico e biomassa;
- Inovação e novos modelos de negócio (ex. biorefinarias);
- Simbioses industriais e reaproveitamento de recursos;
- A captura e armazenamento de carbono é uma opção relevante na descarbonização do sistema energético.



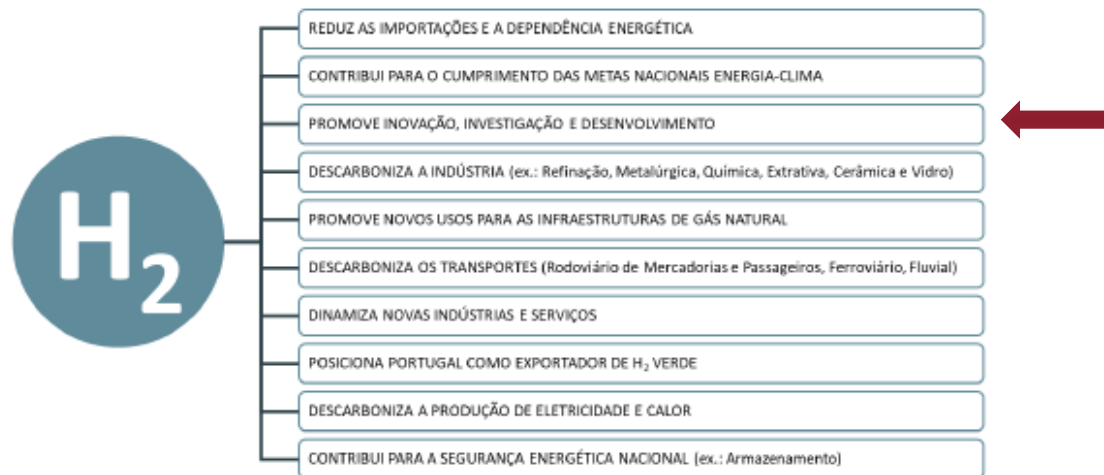
RNC 2050
Rotina para a Neutralidade Carbônica

O setor da indústria, que hoje representa cerca de **11%** das **emissões de GEE**, é tradicionalmente pró-ativo na adoção de tecnologias inovadoras que potenciem a redução dos custos operacionais, nomeadamente pela via da redução do consumo energético.

04 | DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA - CONTEXTO, OBJETIVOS E METAS



Descarbonização | EN-H2



DESCARBONIZAR UM SETOR PRIORITÁRIO DA INDÚSTRIA NACIONAL

Será dinamizada e apoiada a descarbonização de um subsetor da indústria através do hidrogénio que, pela sua dimensão na economia nacional e pelo peso nas emissões de GEE, configure uma oportunidade estratégica para Portugal. Poderá, por exemplo, ser o caso do fabrico de aço que permitirá a Portugal posicionar-se como país líder na produção de “aço verde”, ou o caso da atividade mineira subterrânea onde Portugal tem três complexos mineiros de dimensão à escala mundial.

04 | DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA - CONTEXTO, OBJETIVOS E METAS

Descarbonização | EN-H2

O HIDROGÉNIO EM PORTUGAL PODERÁ REPRESENTAR...

OS NOSSOS OBJETIVOS PARA 2030...



5%

NO CONSUMO
FINAL DE ENERGIA



5%

NO CONSUMO DO
TRANSPORTE RODOVIÁRIO



5%

NO CONSUMO DO SETOR
DA INDÚSTRIA



15%

INJEÇÃO NAS REDES
DE GÁS NATURAL



50-100

ESTAÇÕES DE
ABASTECIMENTO



2 GW

CAPACIDADE INSTALADA
EM ELETROLISADORES



7 000 M€

INVESTIMENTO EM PROJETOS
DE PRODUÇÃO HIDROGÉNIO



300-600 M€

REDUÇÃO DAS IMPORTAÇÕES
DE GÁS NATURAL



900 M€

APOIOS AO INVESTIMENTO E
À PRODUÇÃO

Fonte: ESTRATÉGIA NACIONAL PARA O HIDROGÉNIO (EN-H2)

OS INDICADORES DE SUCESSO DA ESTRATÉGIA PARA 2030...

1. PORTUGAL É CONSIDERADO COMO TENDO UMA ECONOMIA DE HIDROGÉNIO INOVADORA E UM AMBIENTE FAVORÁVEL AO INVESTIMENTO

2. O HIDROGÉNIO PRODUZIDO EM PORTUGAL É DOS MAIS COMPETITIVOS EM TERMOS DE CUSTOS A NÍVEL EUROPEU

3. PORTUGAL TEM IMPLEMENTADO UM SISTEMA DE GARANTIAS DE ORIGEM QUE CUMPRE COM OS MAIS ELEVADOS PADRÕES DE QUALIDADE

4. A ECONOMIA DO HIDROGÉNIO CRIA EMPREGO QUALIFICADO E GERA RIQUEZA EM PORTUGAL

5. O HIDROGÉNIO CONTRIBUIU PARA REFORÇAR A SUSTENTABILIDADE DOS VÁRIOS SETORES DA ECONOMIA

6. PORTUGAL É UMA REFERÊNCIA A NÍVEL INTERNACIONAL E UM PAÍS EXPORTADOR DE HIDROGÉNIO



EN-H2

**ESTRATÉGIA NACIONAL
PARA O HIDROGÉNIO**

04 | DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA - CONTEXTO, OBJETIVOS E METAS

Descarbonização | EN-H2

O HIDROGÉNIO EM PORTUGAL PODERÁ REPRESENTAR...

OS NOSSOS OBJETIVOS PARA 2030...



5%

NO CONSUMO
FINAL DE ENERGIA



5%

NO CONSUMO DO
TRANSPORTE RODOVIÁRIO



5%

NO CONSUMO DO SETOR
DA INDÚSTRIA



15%

INJEÇÃO NAS REDES
DE GÁS NATURAL



50-100

ESTAÇÕES DE
ABASTECIMENTO



2 GW

CAPACIDADE INSTALADA
EM ELETROLISADORES



7 000 M€

INVESTIMENTO EM PROJETOS
DE PRODUÇÃO HIDROGÉNIO



300-600 M€

REDUÇÃO DAS IMPORTAÇÕES
DE GÁS NATURAL



900 M€

APOIOS AO INVESTIMENTO E
À PRODUÇÃO



EN-H2
ESTRATÉGIA NACIONAL
PARA O HIDROGÉNIO

Tabela 9 – Proposta de metas e objetivos de incorporação, em volume, de hidrogénio nos vários setores

	2025	2030	2040	2050
 H ₂ NA REDE DE TRANSPORTE DE GÁS NATURAL ²⁰	1% - 5%	10% - 15%	40% - 50%	75% - 80%
 H ₂ NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL ²¹	1% - 5%	10% - 15%	40% - 50%	75% - 80%
 H ₂ NO CONSUMO DA INDÚSTRIA ²²	0,5% - 1%	2% - 5%	10% - 15%	20% - 25%
 H ₂ NO CONSUMO DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO	0,1% - 0,5%	1% - 5%	5% - 10%	20% - 25%
 H ₂ NO TRANSPORTE MARÍTIMO DOMÉSTICO	0%	3% - 5%	10% - 15%	20% - 25%
 H ₂ NO CONSUMO TOTAL FINAL DE ENERGIA	1% - 2%	2% - 5%	7% - 10%	15% - 20%
 H ₂ NAS CENTRAIS TERMOELÉTRICAS A GÁS NATURAL	1% - 5%	5% - 15%	40% - 50%	75% - 80%
 CAPACIDADE PARA PRODUÇÃO DE H ₂	250 - 500 MW	1,75 - 2 GW	3 GW	5 GW
 CAPACIDADE PARA PRODUÇÃO DE H ₂ UPD ²³ (<5 MW)	50 MW	100 MW	250 MW	500 MW
 N.º DE PONTOS DE ABASTECIMENTO	10 - 25	50 - 100	500 - 700	1000 - 1500
 N.º DE VEÍCULOS PESADOS DE PASSAGEIROS	25 - 50	400 - 750	1500 - 2500	4500 - 6000
 N.º DE VEÍCULOS PESADOS DE MERCADORIAS	25 - 50	400 - 500	4000 - 5000	10000 - 12000
 N.º DE VEÍCULOS LIGEIROS (PASSAGEIROS E MERCADORIAS)	400 - 500	750 - 1000	4000 - 5000	25000 - 30000

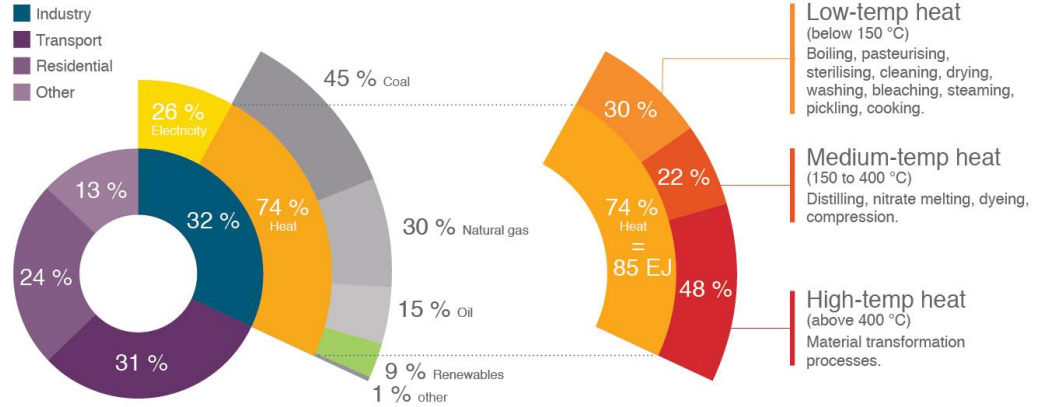
05 |

Eficiência Energética no Setor Industrial

05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA



Energia térmica: procura por nível de temperatura



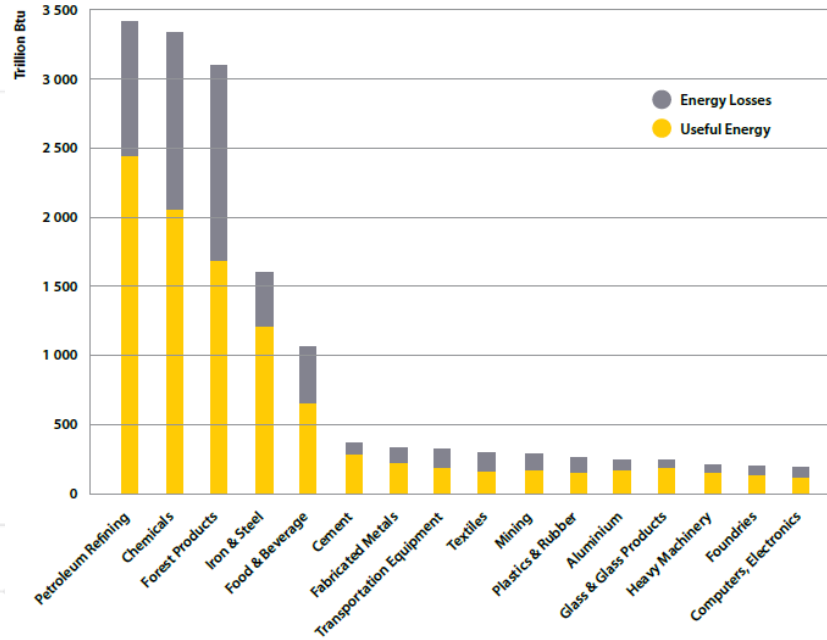
Source: Solar Heat for Industry – Solar Payback Project, 2017

EIA Energy Outlook 2018

05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA



Energia térmica **desperdiçada**



CO₂ ↑ kWh ↑ € ↑

05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA



- O setor industrial detém 25% da energia final da UE-28. Em Portugal, chega aos 31%, sendo $\frac{2}{3}$ sob a forma de calor;
- Uma parte significativa (20 a 50%) é perdida como calor residual: gases de exaustão, água e ar de arrefecimento, condensados, perdas térmicas por mal isolamento ou pelos produtos, etc.;
- A UE tem um potencial significativo de recuperação de calor industrial (300 TWh/ano), sendo que $\frac{1}{3}$ do total envolve temperaturas abaixo dos 200 °C (ou seja, baixa temperatura);
- A recuperação de calor residual e o aproveitamento de energias renováveis são oportunidades atrativas para fornecer energia sem gerar emissões adicionais de GEE e, ao mesmo tempo, reduzir custos operacionais e melhorar a eficiência dos processos;
- Em função das características do calor residual, existem diferentes soluções e tecnologias de aproveitamento. Porém, estas características definiram a viabilidade técnica e económica.

05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Recuperação de calor | Principais fontes de calor

- Gases de combustão;
- Efluentes quentes ou frios;
- Ar de exaustão;
- Produtos quentes ou frios, ou restos de produção;
- Água de arrefecimento e óleo hidráulico;
- Fontes termais naturais;
- Painéis solares;
- Calor de sobreaquecimento e calor de condensação rejeitado dos processos de refrigeração;
- Outras fontes.

Recuperação de calor | Tecnologias de Recuperação de Calor

As tecnologias mais comuns para a recuperação deste calor são:

- Permutadores de calor para fazer uso directo do calor no mesmo estado em que se encontra;
- Bombas de calor e recompressão de vapor, que transformam o calor de modo a gerar trabalho mais útil do que se este se encontrasse à sua temperatura inicial;
- Operações multi-estágio, tais como evaporadores multi-efeito, expansão de vapor e combinações das técnicas acima mencionadas.



05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

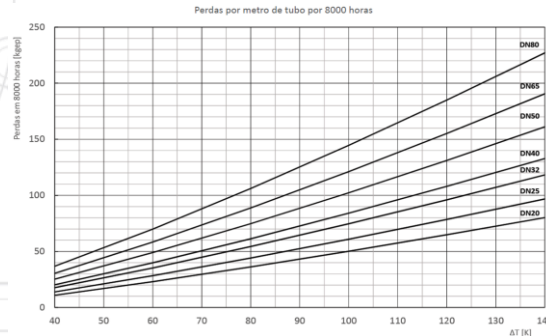
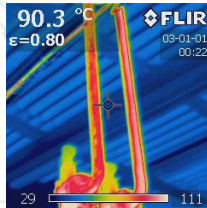
Áreas de intervenção prioritária | Dados SGCIE - Setor Metalúrgico e Metalomecânico

	Potencial de redução Global (tep/ano)	PRI (anos)	Custo de redução por tep (€/tep)	Redução GEE (t CO ₂ e)	Número de Instalações
Formação e sensibilização de recursos humanos	2 222	0,35	250	8 624	185
Frio Industrial	3 495	4,83	4 936	18 894	170
Iluminação eficiente	10 708	3,33	3 777	58 515	977
Integração de processos	1 307	2,34	1 347	4 225	23
Isolamentos térmicos	12 540	1,30	571	34 338	512
Manutenção de equipamentos consumidores de energia	2 594	2,24	1 693	10 234	176
Monitorização e controlo	11 808	1,62	1 176	47 754	515
Optimização de motores	5 963	2,38	2 433	32 428	436
Outros	22 306	4,15	3 243	86 886	580
Recuperação de calor	30 544	2,22	833	78 375	362
Sistemas de bombagem	2 824	2,13	2 207	15 430	212
Sistemas de combustão	14 956	2,29	1 490	64 142	375
Sistemas de compressão	8 891	2,16	2 302	48 240	769
Sistemas de ventilação	3 455	1,68	1 745	18 424	266
Transportes	688	3,26	3 792	1 941	39
Tratamento de efluentes	1 378	1,31	627	4 091	16
Total Geral	135 678	2,66	1 888	532 540	-

05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Redução de desperdícios | Isolamentos térmicos

- Embora seja possível efetuarem-se cálculos rigorosos para se definirem as espessuras de isolamento técnica e economicamente mais adequadas às várias situações encontradas em instalações a vapor, na prática as espessuras usadas são baseadas em valores práticos de referência.
- Nas instalações a vapor os únicos equipamentos que não podem ser isolados termicamente são os conjuntos de purga, pois só assim estes dispositivos funcionarão corretamente.

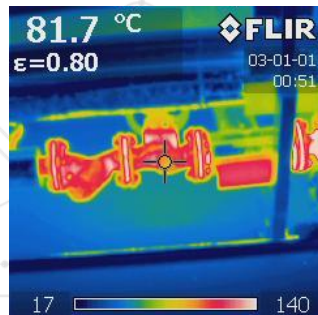


DN	Temperatura máxima de operação [°C]							
	100	150	200	250	300	350	400	420
20	30	30	30	30	50	50	50	50
25	30	30	50	50	50	50	50	50
32	30	30	50	50	50	50	50	50
50	30	30	50	50	50	50	80	80
65	30	30	50	50	50	80	80	80
80	30	50	50	50	50	80	80	80
100	50	50	50	50	50	80	80	100
150	50	50	50	50	80	80	80	100
200	50	50	50	50	80	80	80	100
250	50	50	50	50	80	80	100	100
300	50	50	50	50	80	80	100	100
350	50	50	50	50	80	80	100	100
400	50	50	50	50	80	80	100	100
450	50	50	50	50	80	80	100	100
500	50	50	50	50	80	80	100	100
600	50	50	50	50	80	80	100	100
> 600	50	50	80	80	100	100	100	150
Equipamentos	50	50	80	80	100	100	100	150

05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Redução de desperdícios | Isolamentos térmicos

- Um dos aspetos fundamentais a considerar nas economias de energia térmica são as perdas de calor que se verificam através de componentes não isolados. Pode-se obter uma estimativa das perdas caloríficas através de cálculos de transferência de calor ou então recorrer-se a ábacos ou tabelas que deem imediatamente os valores das perdas caloríficas em função do tamanho nominal da tubagem e do gradiente térmico entre os componentes e o ambiente envolvente.



Perdas de calor em kg_{ep} para 8000 h de funcionamento em válvulas não isoladas.

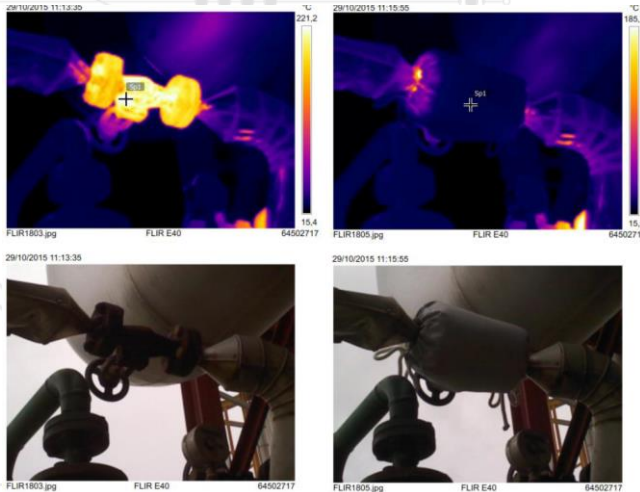
	1/2"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"
ΔT [°C]	DN 15	DN 25	DN 32	DN 50	DN 80	DN 100	DN 150	DN 200	DN 250	DN 300	DN 350	DN 400	DN 450	DN 500
70	148	194	228	285	399	559	776	1084	1437	1825	2191	2590	2944	3423
80	173	226	266	332	465	652	904	1264	1677	2129	2555	3020	3433	3992
90	199	260	305	382	535	749	1039	1452	1926	2445	2934	3469	3943	4584
100	226	295	347	434	607	850	1180	1648	2185	2774	3329	3937	4474	5203
110	253	332	390	487	682	955	1325	1852	2456	3118	3742	4424	5028	5847
120	282	369	434	543	761	1065	1477	2064	2738	3477	4172	4932	5606	6519
130	313	409	482	602	843	1180	1637	2286	3032	3850	4621	5463	6209	7219
140	344	450	530	662	927	1299	1803	2518	3340	4241	5089	6017	6839	7952
150	377	494	581	726	1017	1424	1976	2760	3661	4648	5578	6595	7495	8716
160	412	539	634	792	1110	1554	2156	3012	3996	5073	6089	7199	8181	9514
170	448	587	68	863	1207	1691	2345	3276	4346	5518	6622	7829	8898	10346
180	486	636	748	935	1309	1832	2542	3552	4711	5983	7178	8487	9646	11216
190	526	687	808	1010	1415	1980	2748	3839	5093	6467	7761	9175	10428	12125
200	567	741	872	1089	1526	2135	2964	4140	5492	6973	8367	9893	11244	13074
210	609	797	938	1172	1641	2297	3188	4454	5907	7501	9002	10642	12096	14065
220	654	855	1007	1258	1762	2467	3423	4781	6341	8053	9663	11425	12985	15099

05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Redução de desperdícios | Isolamentos térmicos

$T_{\text{válvula}} = 222,2\text{ }^{\circ}\text{C}$

$T_{\text{válvula}} = 27,6\text{ }^{\circ}\text{C}$



Para uma válvula de 1":

- $\Delta T \approx 200\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Horas de funcionamento = 8000 h/ano

Não isolando os acessórios corresponde a uma **perda energética** de cerca de 0,75 tep.

A nível **económico**, ao aplicar o isolamento a uma válvula nestas condições é possível obter as seguintes **poupanças**, dependendo do vetor utilizado:

Poupança Eletricidade = 466 €/ano

Poupança Gás Propano = 835 €/ano

Poupança Gás Natural = 263 €/ano

05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Redução de desperdícios | Redes de vapor

Medidas para aumentar a eficiência na geração e distribuição de vapor

- Utilização de permutadores de calor (economizadores) para pré-aquecer a água de alimentação à caldeira;
- Remoção de depósitos de calcário e/ou de fuligens das superfícies de transferência de calor;
- Minimização de purgas da caldeira;
- Recuperação de calor das purgas;
- Recolha e reutilização dos condensados na caldeira;
- Reutilização do vapor de *flash* (p.ex., vapor gerado por expansão de condensados);
- Programa de controlo e manutenção dos purgadores;
- Isolamento das tubagens, válvulas e flanges;
- Eliminação de fugas de vapor e de condensados;
- Melhoramentos no *lay-out* da rede de distribuição.

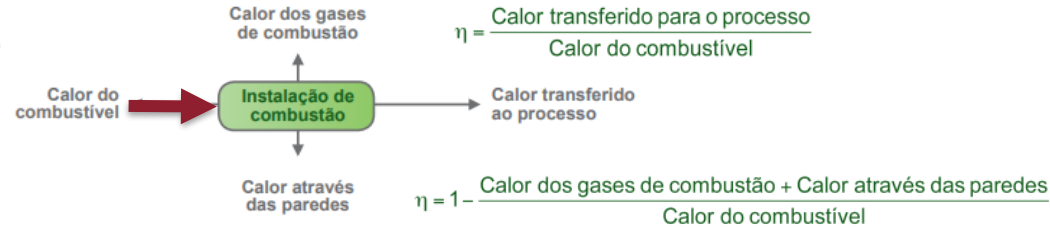
05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Eficiência Energética | Caldeiras, Fornos e secadores

Diminuição de perdas térmicas de um sistema de combustão

Para aumentar a eficiência energética é necessário reduzir:

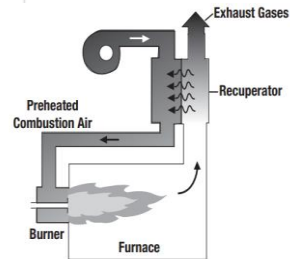
- perdas térmicas nas paredes;
 - perdas térmicas nos gases de combustão.
-
- Redução da temperatura de saída dos gases de combustão
 - Aumento da transferência de calor no Sistema
 - Pré aquecimento do ar de entrada com os gases de saída da combustão
 - Limpeza e manutenção das superfícies de transferência de calor
 - Instalação de um Sistema de rankine orgânico para a produção de eletricidade
 - Geralmente Evita-se reduzir a temperatura dos gases abaixo dos 120°C de modo a evitar condensações dos gases de combustão e possíveis corrosões dos equipamentos



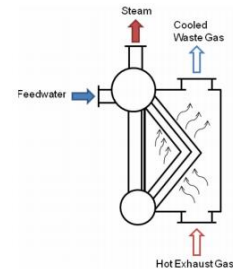
05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Eficiência Energética | Caldeiras, Fornos e secadores Recuperação e reutilização de Calor Residual

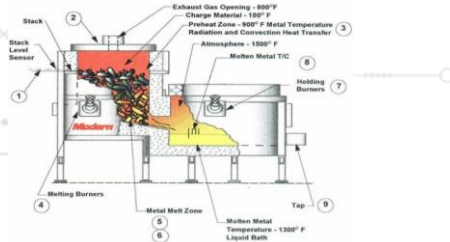
Pré Aquecimento do ar de combustão



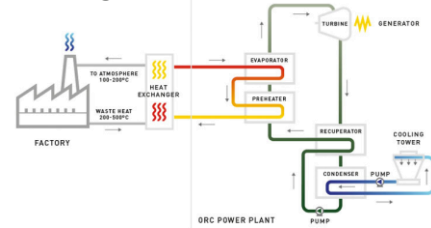
Pré aquecimento de água de processo (economizador)



Pré Aquecimento da matéria prima



Produção de energia elétrica
Ciclos Orgânicos de Rankine (CRO)

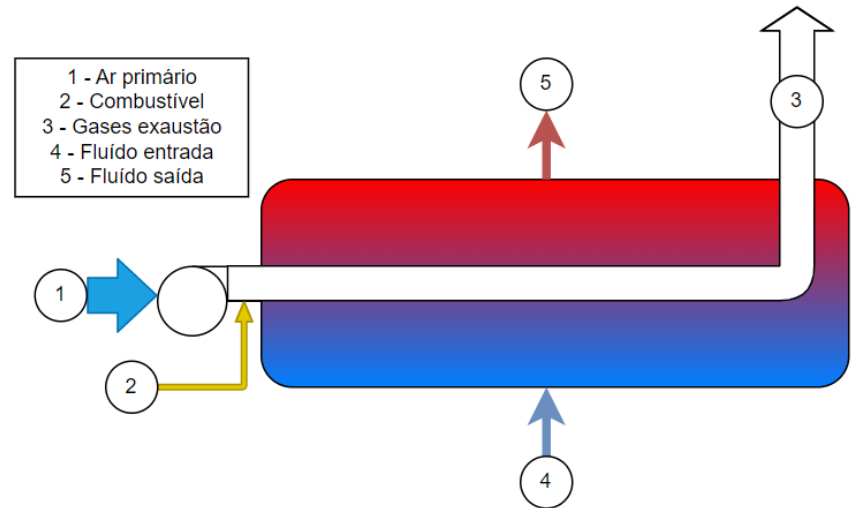


05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Eficiência Energética | Caldeiras

Boas Práticas

- Melhorar o armazenamento, a preparação e a distribuição de fuelóleo e de combustíveis sólidos;
- Inspeccionar e proceder à manutenção da caldeira e dos queimadores;
- Controlar as condições de combustão através da análise dos gases de combustão (regulação do excesso de ar);
- Adequar a produção da caldeira às necessidades do processo;
- Limpar os tubos de fumos;
- Instalar isolamentos térmicos e inspeccioná-los regularmente;
- Evitar perdas de calor em *stand-by*;
- Tratar as águas e efectuar purgas adequadas;
- Investigar o potencial de recuperação de calor;
- Instalar sistemas de controlo automático;
- Avaliar a possibilidade de substituir a caldeira ou o combustível.

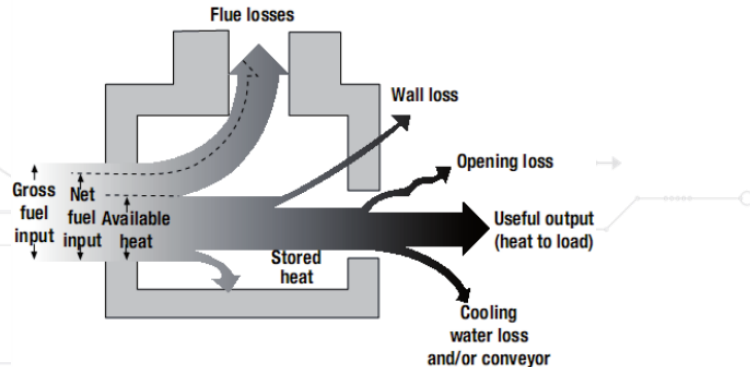


05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Eficiência Energética | Fornos

Boas Práticas

- Controlar a qualidade e a dosagem das matérias-primas;
- Inspeccionar e proceder à manutenção dos fornos e dos queimadores;
- Controlar a combustão através da análise dos gases de combustão (regulação do excesso de ar);
- Efectuar uma manutenção adequada dos isolamentos e reparar as fugas;
- Verificar os sistemas de controlo de combustão;
- Programar as cargas.



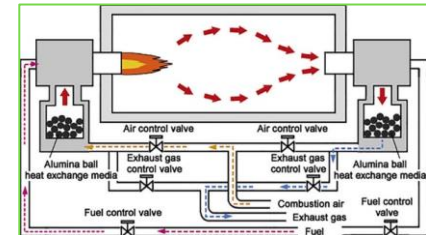
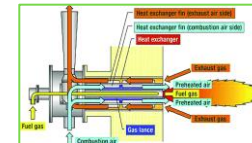
Alocação	Quotas Típicas
Energia útil	20 – 30 %
Perdas pelos gases de exaustão	25 – 50 %
Perdas pela abertura dos fornos	5 – 10 %
Perdas associadas ao arrefecimento	10 – 15 %
Perdas pelas paredes do forno	10 – 15 %

05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Eficiência Energética | Fornos

Boas Práticas

- Reduzir as infiltrações de ar e sucessivas perdas térmicas;
- Melhorar o isolamento térmico → materiais refratários ou fibras cerâmicas (p.ex. lã mineral);
- Materiais refratários usados nos fornos → p.ex. SiC (Carboneto de Silício), têm menor densidade do que os refratários comuns e maior resistência térmica;
- Utilizar queimadores mais eficientes como **queimadores recuperativos** e **regenerativos**, ou queimadores de alta velocidade;
- Substituir fornos antigos → capacidade adequada;
- Controlo digitalizado → tempo, temperaturas do processo, consumos e emissões;
- Utilizar a relação ar/combustível ideal;
- Substituição do combustível/vetor energético utilizado (**gás natural, biogás, hidrogénio, eletricidade**);
- **Aproveitamento do calor residual.**

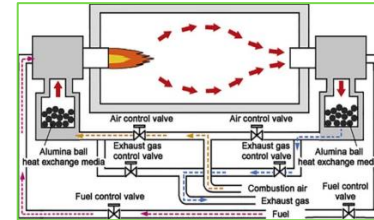
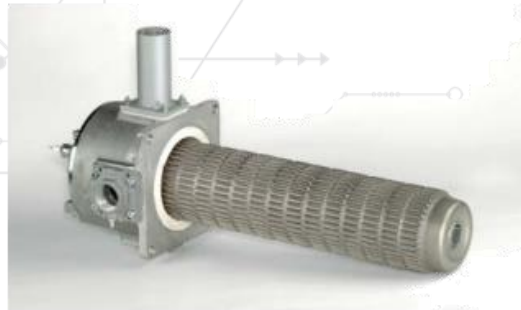


05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Eficiência Energética | Fornos

Melhores Tecnologias Disponíveis – Queimadores Regenerativos

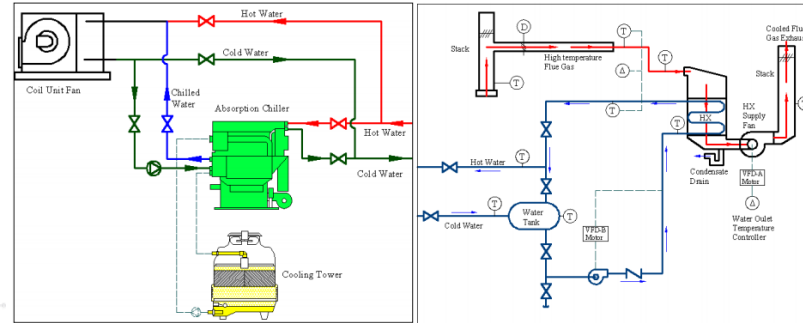
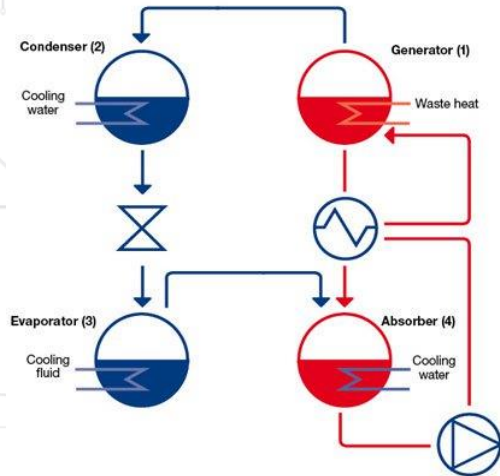
- Maior eficiência energética com redução das emissões de dióxido de carbono (CO_2);
- Perfil de temperaturas mais uniforme;
- Baixas emissões de monóxido de carbono (CO) e de óxidos de azoto (NO_x);
- Aumento da transferência de calor;
- Evita a utilização de outros equipamentos para aumentar a poupança energética nos sistemas de combustão
- Aumento da produtividade e qualidade do produto (se o sistema de combustão fizer parte de um processo produtivo);
- Maior durabilidade do sistema de combustão (fornalha e tubagens);
- Tubagem de exaustão de menor diâmetro;
- Menor ruído de combustão.



05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Recuperação e reutilização de calor residual | Fontes Fixas de Emissão

A eficiência dos **chillers de absorção** depende da temperatura do calor e da água de arrefecimento: quanto maior a diferença de temperatura, melhor será a sua eficiência. Este tipo de sistema é especialmente atrativo para indústrias onde existe uma elevada quantidade de **calor residual** e necessidade de algum tipo de arrefecimento.



Fonte: J. Bautista, Heat Recovery System in an Industrial Furnace to Generate Air Conditioning Through an Absorption Chiller, 2014

05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Recuperação e reutilização de calor residual | Fontes Fixas de Emissão

Uma empresa possui uma fonte fixa de calor (forno de fusão) com as seguintes características:

- Caudal do efluente = $11\,338\text{ m}^3/\text{h}$
- Temperatura saída do efluente = $198\text{ }^{\circ}\text{C}$

Recuperação de calor

Potência térmica disponível ($110\text{ }^{\circ}\text{C}$) = 220 kW

Sugere-se a instalação de um chiller de absorção de 200 kW para aproveitamento do calor residual num sistema de climatização:



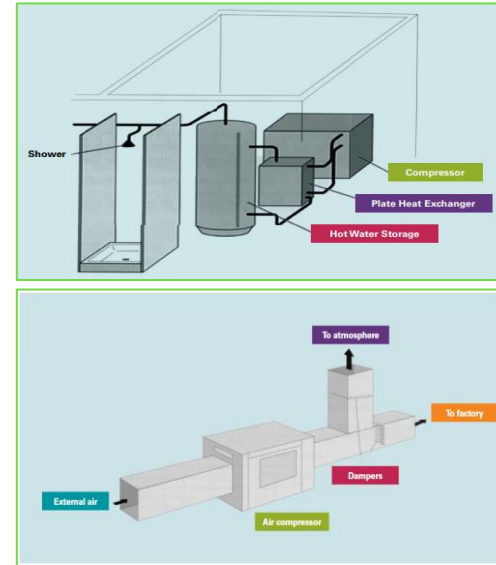
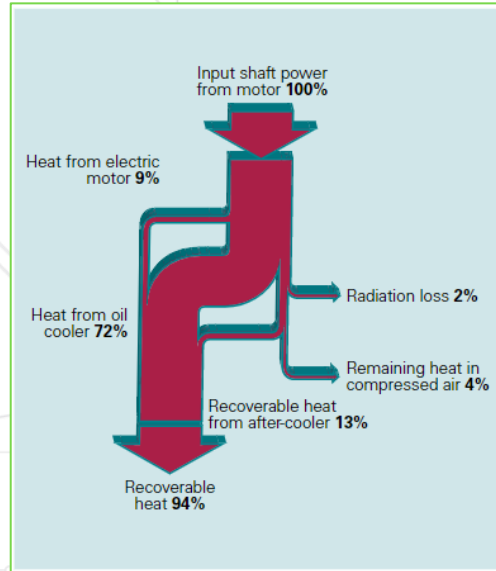
Poupanças obtidas

Energia utilizada em climatização [kWh/ano]	160 711
Poupanças anuais [€/ano]	12 857
Investimento [€]	62 500
PRI [anos]	5

05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Recuperação e reutilização de calor residual | Compressores

Cerca de 90% da energia elétrica utilizada por **compressores industriais** é convertida em energia térmica, pelo que aproveitar esse calor dissipado (pode atingir os 80 °C) permite aumentar o rendimento de um sistema de ar comprimido, especialmente em indústrias que têm bastantes horas de operação como as que se encontram neste setor.



Fonte: Carbon
Trust

05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Recuperação e reutilização de calor residual | Compressores

Empresas deste sector possuem compressores de ar comprimido

- Energia eléctrica consumida anual: 328 000 kWh/ano
- Temperatura saída do óleo de lubrificante= 68 °C

Recuperação de calor

Energia térmica disponível (60°C)
295 200 kWh

Sugere-se a instalação de um sistema de recuperação de calor instalado nos compressores para produção de água quente sanitária (AQS):



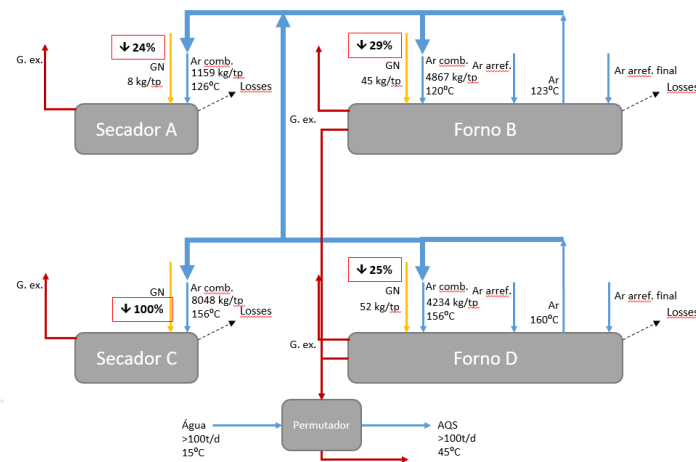
Poupanças obtidas

Energia utilizada em AQS [kWh/ano]	295 200
Poupanças anuais [€/ano]	585,0
Investimento [€]	1 500
PRI [anos]	2,56

05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Fluxos de Calor Residual | Integração Energética de Processos

A integração energética permite reduzir o consumo de utilidades exteriores ao processo, aproveitando os excessos entálpicos de correntes quentes para fornecer a correntes com deficiência de energia (ou seja, correntes frias) através de uma **rede de permutadores de calor**.

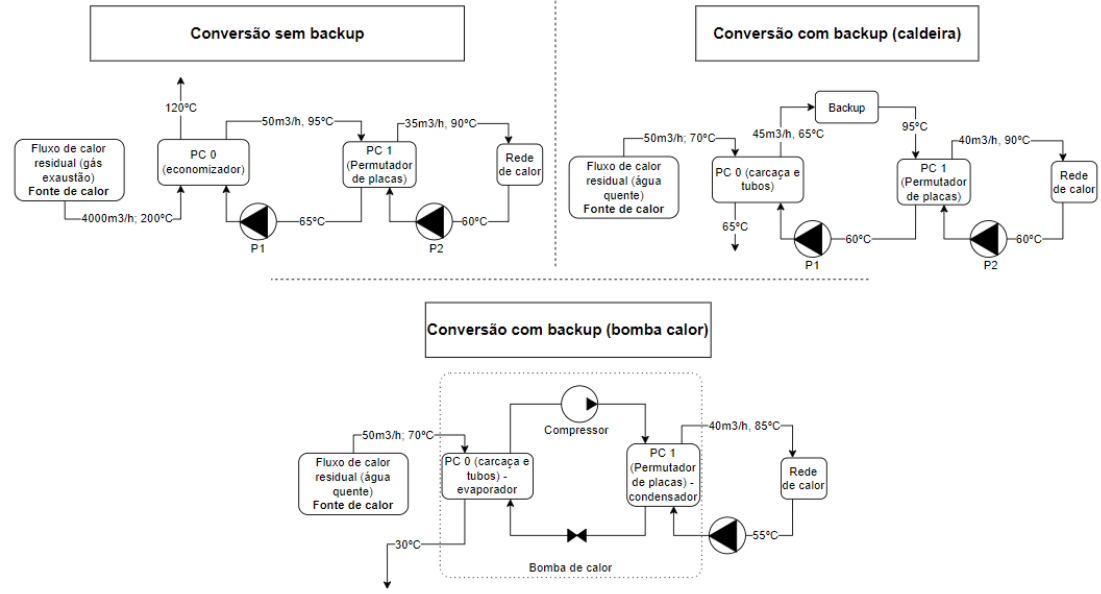


Após a análise de integração, as correntes com estas características deixam de permutar **calor** apenas com utilidades externas e passam a permutar também entre si, reduzindo desta forma o consumo total de energia.

05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Fluxos de Calor Residual | Integração Energética de Processos

A conversão dos fluxos de calor residual disponíveis na empresa para uma rede de calor passa pela instalação de uma rede de permutadores de calor interna para recolher o fluxo de calor residual e entregar a uma rede de calor. Conforme a temperatura do fluxo residual e a temperatura necessária pelo consumidor, a conversão pode necessitar de um backup para cumprir os requisitos, conforme demonstrado na figura



05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

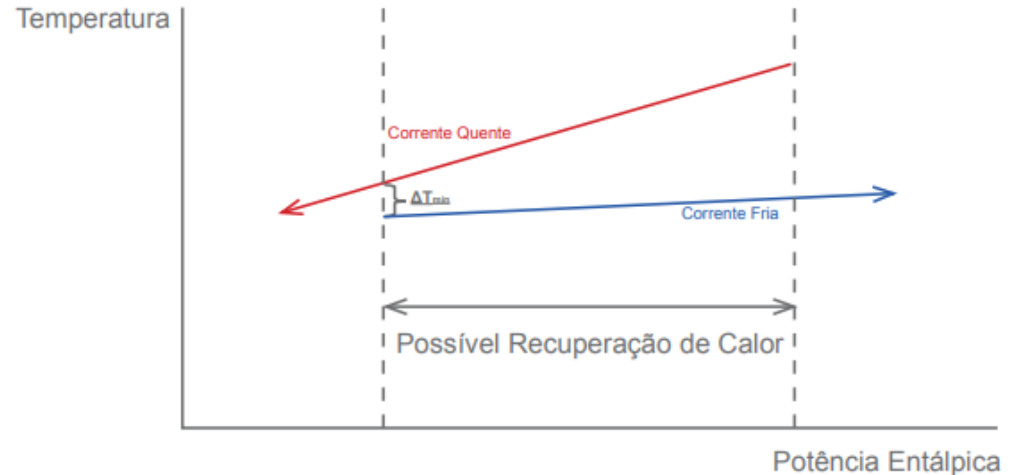
Fluxos de Calor Residual | Integração Energética de Processos

Metodologia Pinch

A metodologia Pinch, é uma análise aos fluxos quentes (fluxos que necessitam de perder calor) e frios (fluxos que necessitam de calor) existentes no layout industrial.

O objetivo desta metodologia é minimizar o consumo adicional de energia para aquecimento e arrefecimento de fluxos pela troca de calor entre os próprios fluxos.

Isto é possível através do desenho de uma rede de permutadores de calor a implementar no **layout industrial**.

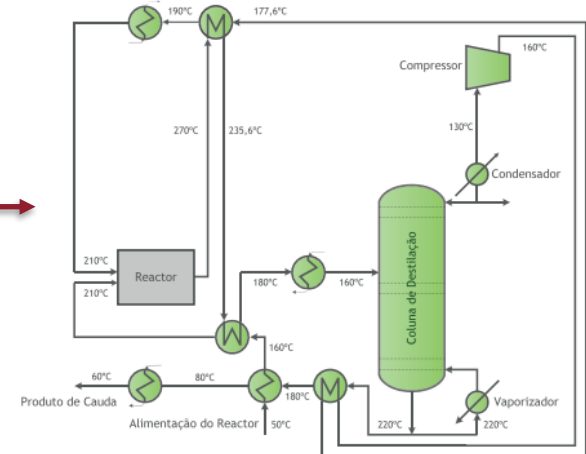
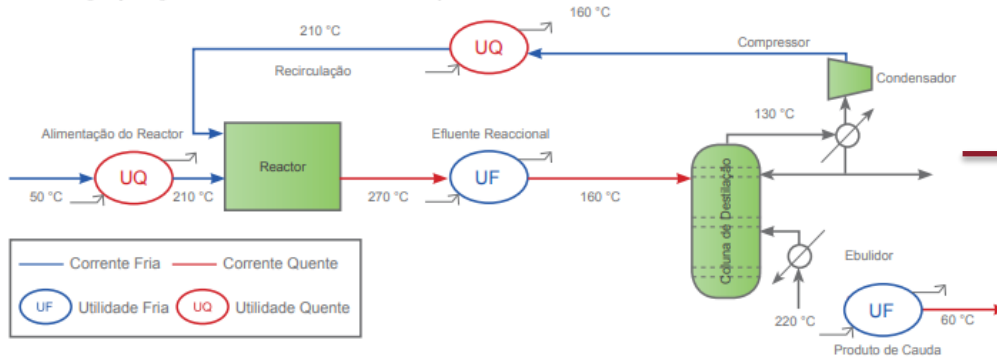


05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Fluxos de Calor Residual | Integração Energética de Processos

Metodologia Pinch

- Recolha de dados/características sobre o processo e o sistema de utilidades;
- Determinação dos objectivos a alcançar de modo a maximizar o desempenho em vários aspectos;
- Construção de uma rede de permutadores de calor;
- Simplificação da rede proposta para diferentes cenários económicos.

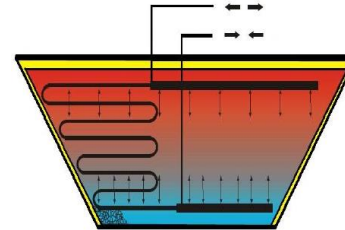
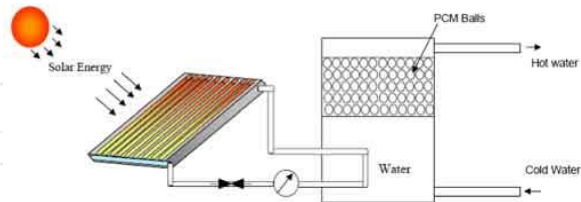


05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Fluxos de Calor Residual | Armazenamento de energia térmica

O **armazenamento de energia térmica** é uma tecnologia transversal que contribuirá para a transição do modelo energético por:

- aumentar a participação das **energias renováveis** e de baixo carbono, especialmente em **tecnologias solares térmicas**, por forma a colmatar as diferenças entre a oferta e procura de energia térmica.
- promover a flexibilidade operacional a **centrais de geração de energia térmica** e a **processos industriais**;
- permitir a **recuperação de calor residual** em processos industriais;
- permitir a estabilização de temperaturas.

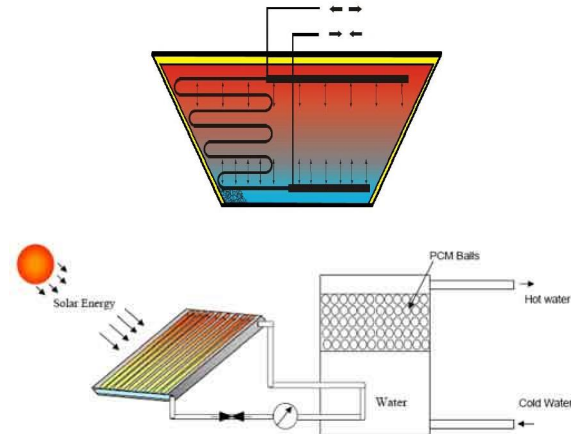
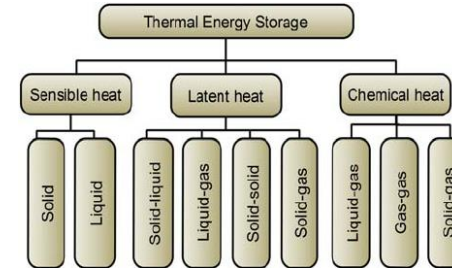


05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Fluxos de Calor Residual | Armazenamento de energia térmica

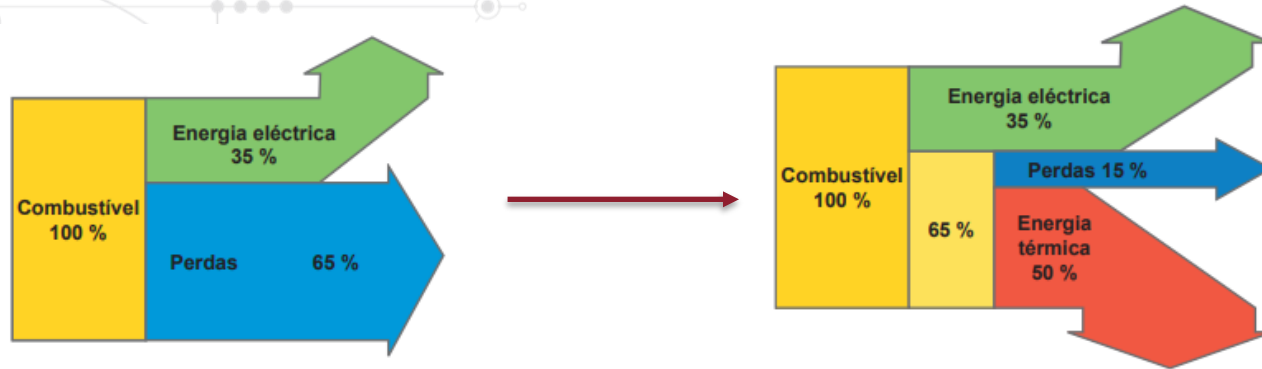
Os sistemas de armazenamento de energia térmica englobam vários tipos de tecnologias disponíveis e diferentes gamas de temperatura, nas quais se podem inserir algumas aplicações existentes neste setor (baixa/média temperatura). Fundamentalmente, existem três tipos de mecanismos:

- **Armazenamento sensível**, no qual a temperatura do material de armazenamento varia com a quantidade de energia armazenada;
- **Armazenamento latente**, que utiliza a mudança de fase de um material para armazenar energia;
- **Armazenamento termoquímico**, onde se utilizam reações endotérmicas reversíveis como meio de armazenamento.



05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

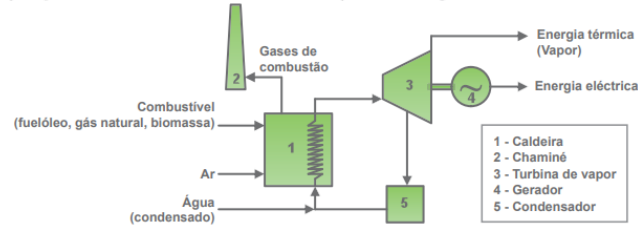
Eficiência Energética | Cogeração



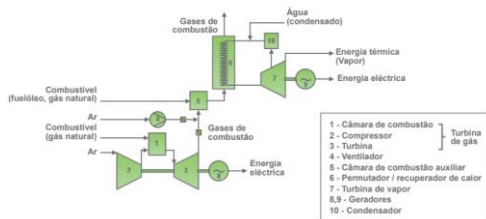
- Redução da factura energética;
- Possibilidade da unidade industrial ser energeticamente auto-suficiente;
- Possibilidade de venda de electricidade à rede de distribuição nacional caso a unidade de cogeração produza energia eléctrica excedentária;
- Redução dos custos de produção;
- Melhorias no fornecimento e distribuição da electricidade aos processos industriais.

05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

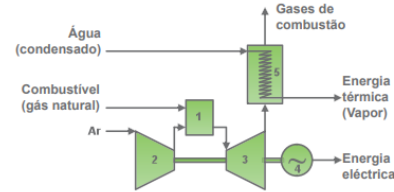
Eficiência Energética | Cogeração – Turbina de Vapor



Turbina de Vapor | Necessidades térmicas pelo menos 4x superiores às necessidades elétricas



Ciclo Combinado | Utilizada para rácios eletricidade/calor em torno de 2



Turbina de Gás | Centrais mais utilizadas devido ao custo reduzido do gás natural (até março 2022)

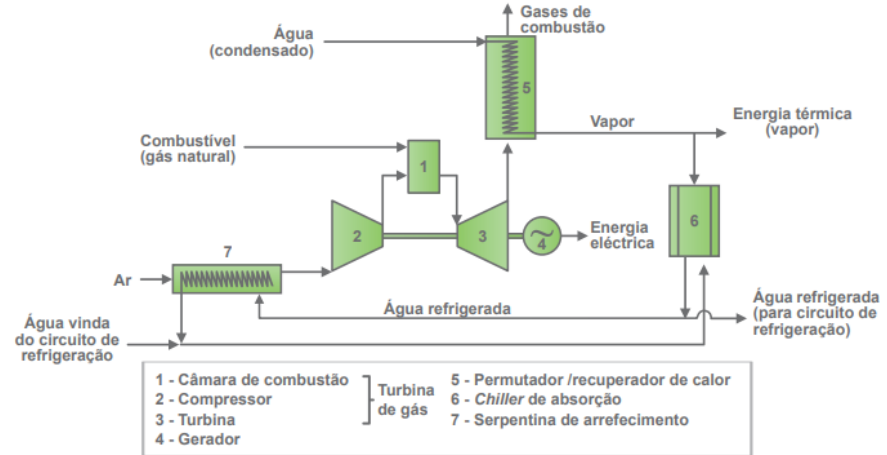
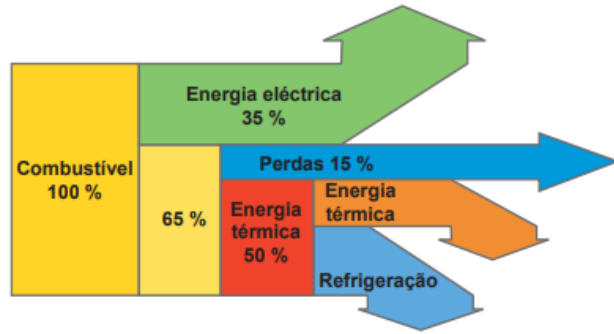
- Utilizada para rácios calor/eletricidade maiores que 2

Cogeração com:	Eficiência Elétrica (%)	Eficiência Térmica (%)	Eficiência Total (%)
Turbina de vapor	33	52	85
Turbina de gás	38	47	85
Ciclo combinado	57	33	90
Motor alternativo	40	30	70
Microturbinas	30	50	80

- Ciclos combinados com maior eficiência elétrica e total

05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Eficiência Energética | Trigeração

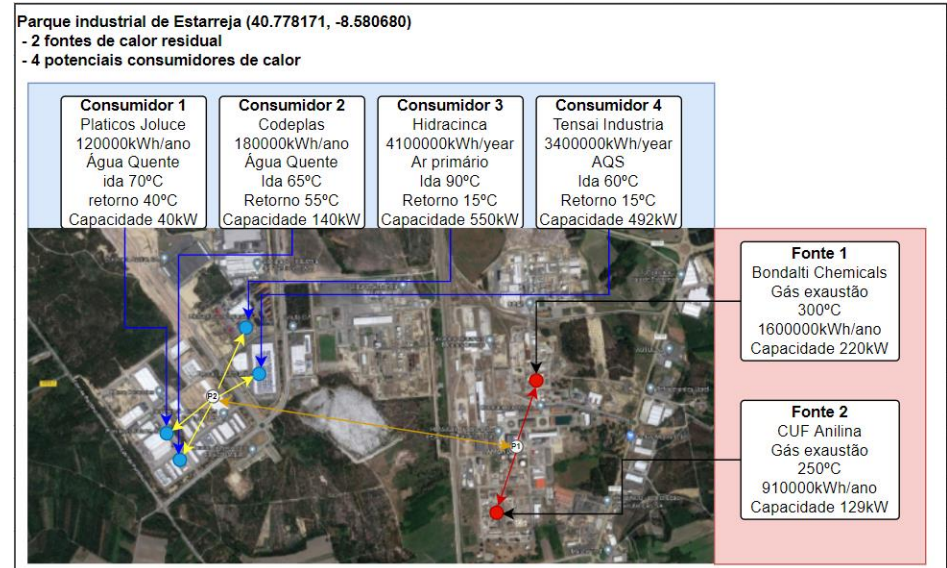


- Produção de calor, frio (água gelada) e eletricidade

05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Eficiência Energética | Simbiose Industrial de Calor Residual

O procedimento começa por custear a rede de calor para cada possível combinação de fontes e consumidores de calor disponíveis. O procedimento de cálculo do comprimento dos vários troços da rede de calor de cada combinação, baseia-se no esquema apresentado, calculando-se inicialmente o ponto médio de cada cluster. Este é obtido através de uma média das coordenadas de cada ponto de consumo e produção, respetivamente. A potência térmica de transmissão entre os pontos médios de consumo e produção é a potência máxima, sendo a potência de transmissão entre o ponto médio e o ponto de produção/consumo, a potência individual de cada ponto.



05 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Eficiência Energética | Frio Industrial

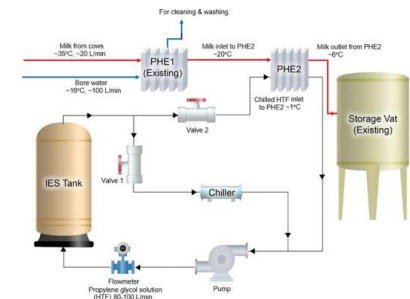
A maior parte da refrigeração industrial é efectuada através de sistemas de refrigeração por compressão mecânica de vapor. Em alguns casos, em vez de refrigeração por compressão, são usados sistemas de refrigeração por absorção.

Existem muitas opções para aumentar a eficiência energética de um sistema de refrigeração. Para além da utilização de novos sistemas, a implementação de estratégias de optimização e controlo nos sistemas já existentes pode levar a melhorias de 30 % em termos de eficiência energética.

A aplicação de novos sistemas de refrigeração inclui a utilização de: bombas de calor de absorção, novos fluidos frigorigéneos (p.ex., amoníaco, CO₂) e acumulação térmica de frio (acumulação de energia latente). Estas tecnologias são apresentadas de seguida de forma sucinta.

Bancos de Gelo

A termoacumulação é uma tecnologia “antiga” que tem vindo a ser redescoberta para aplicações industriais (p.ex., indústria alimentar). Esta tecnologia permite a produção de gelo nos períodos em que a electricidade é mais barata (períodos de vazio) e o armazenamento do gelo em bancos de gelo até este ser utilizado para refrigeração. Como a electricidade é bastante mais cara nos períodos de pico de consumo, esta tecnologia simples torna-se bastante atractiva.



06 |

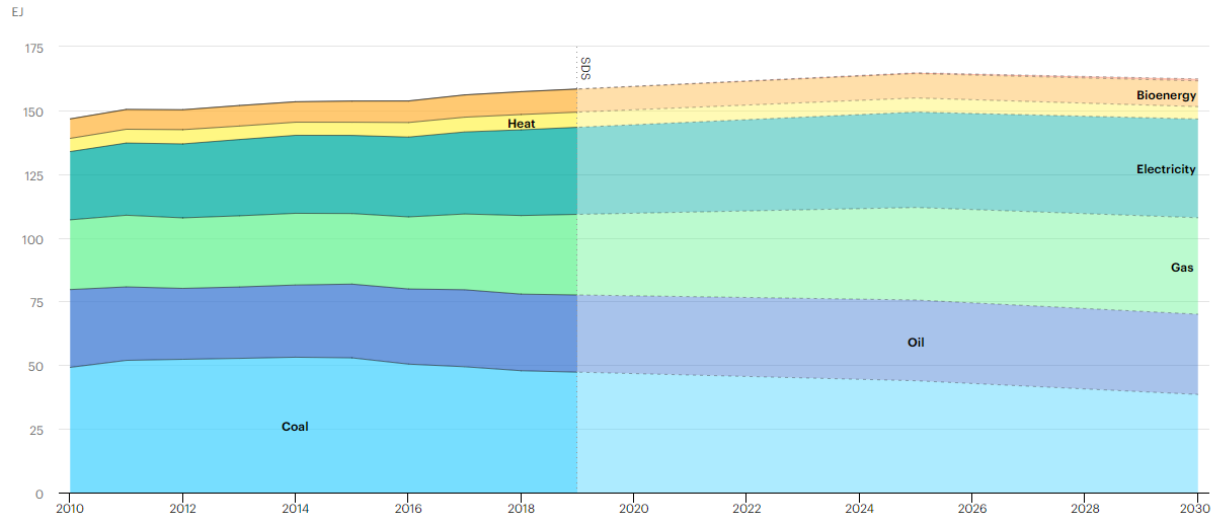
O Gás Natural, os Gases Renováveis e a Rede de Distribuição de GN na Descarbonização da Indústria

06 | O GÁS NATURAL E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Setor Industrial

Final energy consumption and fuel shares in the Sustainable Development Scenario, 2010-2030

Open 

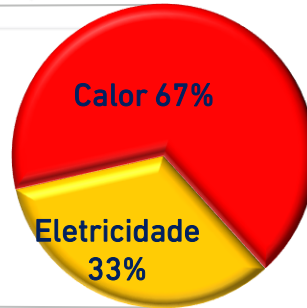
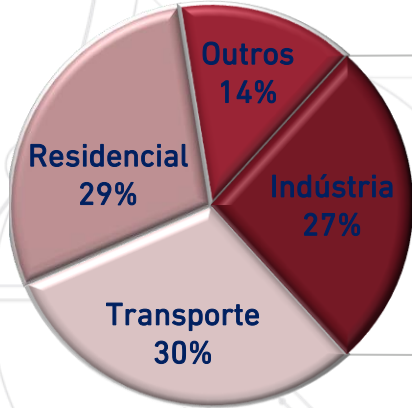


IEA. All Rights Reserved

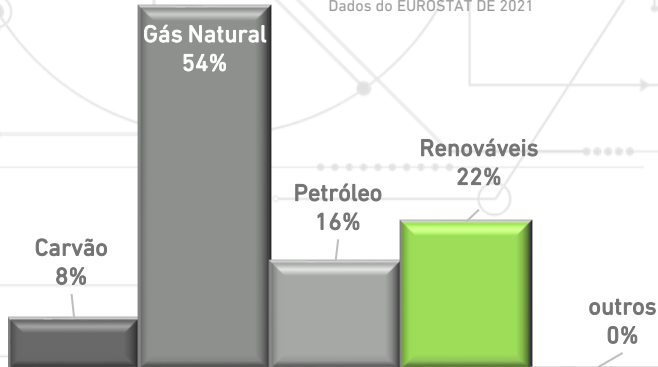
● Coal ● Oil ● Gas ● Electricity ● Heat ● Bioenergy ● Other renewables

06 | O GÁS NATURAL E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

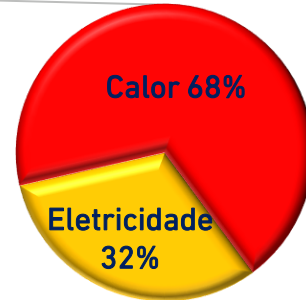
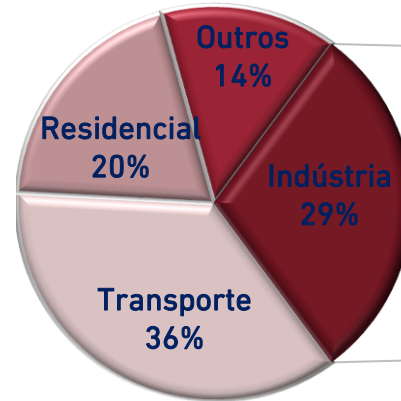
Europa



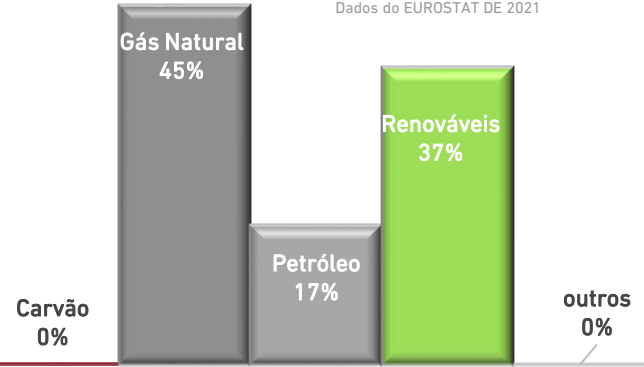
Dados do EUROSTAT DE 2021



Portugal

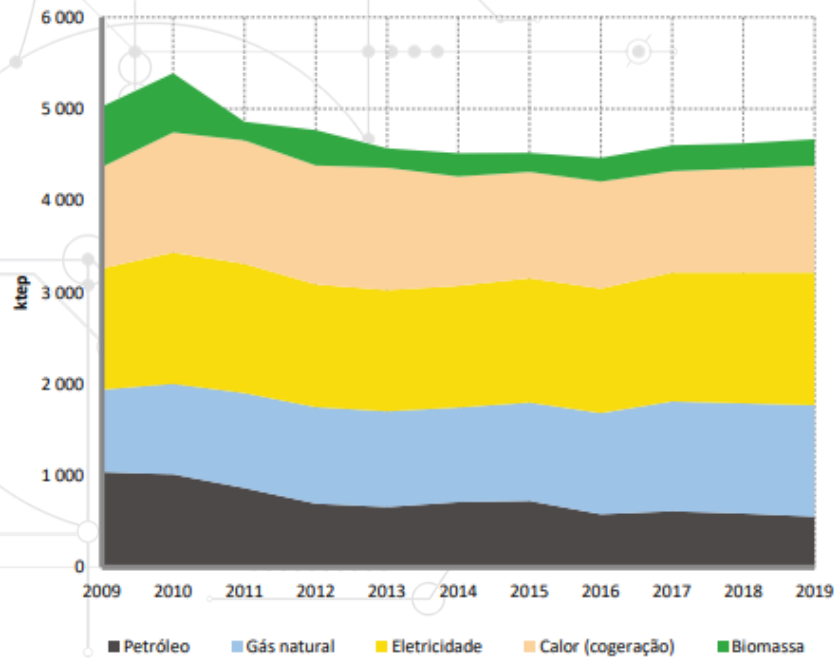


Dados do EUROSTAT DE 2021



06 | O GÁS NATURAL E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Setor Industrial



Fonte: DGEG

Fig. 62 Consumo no setor da indústria

06 | O GÁS NATURAL E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Setor Industrial

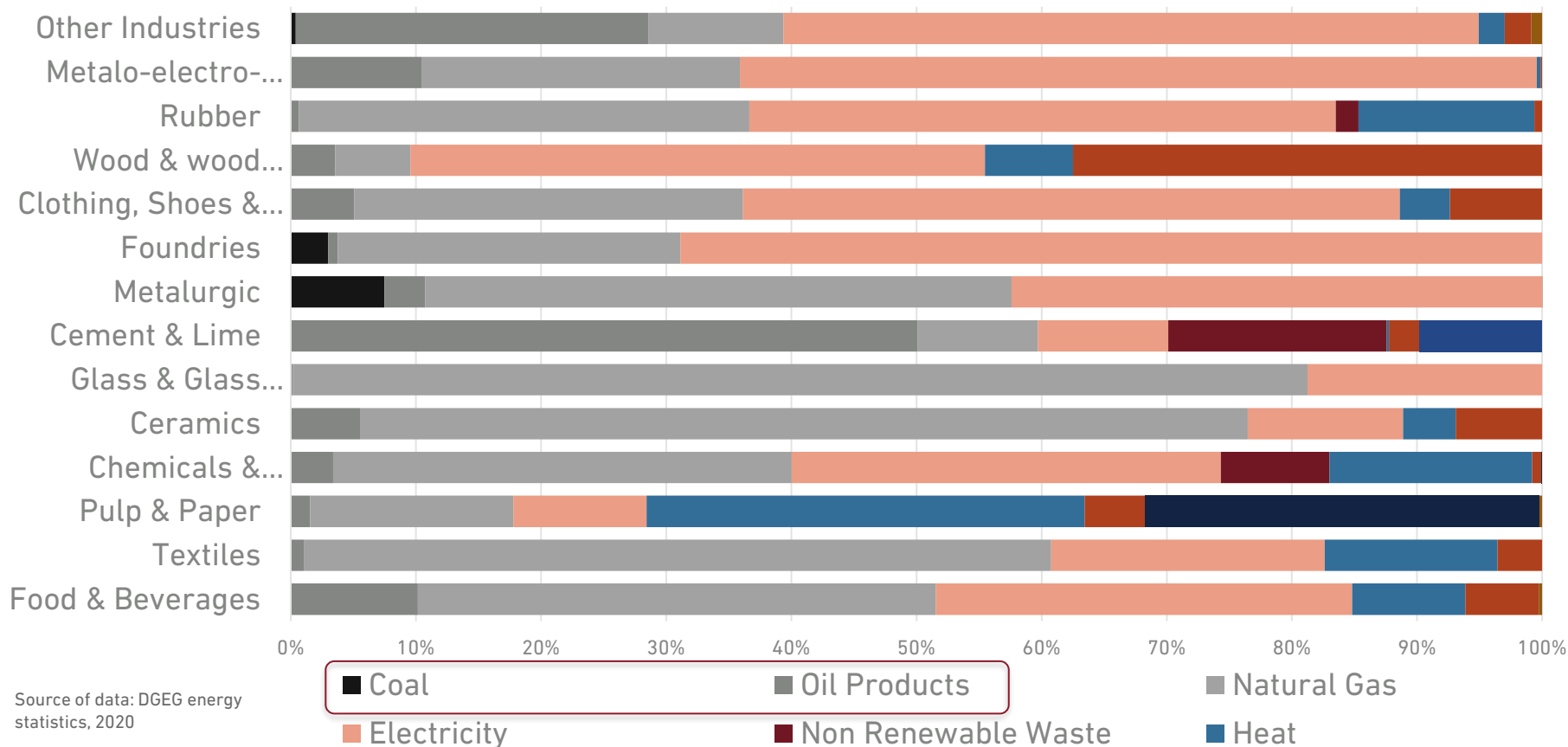


Direção-Geral de Energia e Geologia

Direção de Serviços de Planeamento Energético e Estatística

BALANÇO ENERGÉTICO tep		Hulha e Antracite	Coque de Carvão	Total de Carvão	Petróleo Bruto	Refugos e Produtos Intermédios	GPL	Gasolinas	Petróleos	Jets	Gasóleo	Fuelóleo	Nafta	Coque de Petróleo	Total de Petróleo Energético	Gás Natural
2020 provisório		1	2	3 = 1 + 2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14 = 4 a 13	22
CONSUMO FINAL	10	3 873	5 815	9 688			547 534	929 105	484	108 011	4 514 531	114 342		272 672	6 486 679	1 714 293
INDÚSTRIAS EXTRATIVAS	10.02						1 093				28 094	1 106			30 293	1 553
INDÚSTRIAS TRANSFORMADORAS	10.03	3 873	5 815	9 688			44 472	907	23		72 097	40 643		272 672	430 814	1 176 786
Alimentação, bebidas e tabaco	10.03.01						15 876				11 241	18 674			45 791	164 626
Têxteis	10.03.02						1 555				158	1 444			3 157	123 711
Papel e Artigos de Papel	10.03.03						716		3		3 345	18 098			22 162	142 055
Químicas e Plásticos	10.03.04						2 236		1		1 869	1 245			5 351	144 183
Cerâmicas	10.03.05						2 341				1 167			12 350	15 858	188 594
Vidro e Artigos de Vidro	10.03.06						81				278				359	192 594
Cimento e Cal	10.03.07						399		18		15 482			260 322	276 221	51 644
Metalúrgicas	10.03.08		3 663	3 663			1 167				420				1 587	22 957
Siderurgia	10.03.09	3 719	1 922	5 641			17				1 449				1 466	51 694
Vestuário, Calçado e Curtumes	10.03.10						1 954				265	113			2 332	11 526
Madeira e Artigos de Madeira	10.03.11						1 072				4 534	91			5 697	9 614
Borracha	10.03.12						194				79				273	8 465
Metalo-eleto-mecânicas	10.03.13		4	4			14 762	907	1		7 411				23 081	55 330
Outras Indústrias Transformadoras	10.03.14	154	226	380			2 102				24 399	978			27 479	9 793
SETOR DOMÉSTICO	10.06						396 513		46		52 094				448 653	294 361
SERVIÇOS	10.07						62 288		54	22 151	38 557	10 348			133 398	201 692

06 | O GÁS NATURAL E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA



06 | O GÁS NATURAL E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA



FLONE

inegi driving science & innovation

euronews. My Europe Mundo Economia Desporto Green Next Viagens Cultura Vídeo Programas

my.europe NOTÍCIAS EUROPEIAS

Parlamento Europeu aprova rótulo "verde" para o gás natural e a energia nuclear

COMENTÁRIOS

De Euronews • Últimas notícias: 06/07/2022

Parlamento Europeu aprova rótulo "verde" para gás e energia nuclear



MAIS VÍDEOS

0:07 / 1:56

Ativistas antinuclear em protesto diante do Parlamento Europeu em Estrasburgo - Direitos de autor: AP Photo/Jean-Francois Badias



06 | O GÁS NATURAL E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Poderes Caloríficos Inferiores e Fatores de Emissão para Combustíveis

Combustíveis	Poder calorífico Inferior (MJ/Kg)	Fator de Emissão GEE (kg CO ₂ e/GJ)	Fonte
Gasóleo	43,0	74,4	BE 2020; IPCC 2006 ^(1a)
Fuelóleo	40,6	78,6	CELE ^(c)
Gases de petróleo liquefeito (GPL)	46,0	63,2	BE 2020; IPCC 2006 ^(1a)
Nafta	44,0	73,6	BE 2020; IPCC 2006 ^(1a)
Coque de Petróleo	32,2	93,6	CELE ^(c)
Gases residuais resultantes de petróleo	43,8	57,7	BE 2020; IPCC 2006 ^(1a)
Outros produtos de petróleo	43,8	73,6	BE 2020; IPCC 2006
Antracite	30,4	99,0	BE 2020; IPCC 2006 ^(1a)
Coque de Carvão	20,0	96,1	CELE ^(c)
Carvão betuminoso	30,8	95,3	BE 2020; IPCC 2006 ^(1a)
Carvão sub-betuminoso	24,6	93,3	CELE ^(c)
Gás Natural	38,4	56,2	CELE ^(c)
Pneus usados	30,16	94,58	CELE ^(a)
Resíduos Industriais	22,3	144,9	BE 2020; IPCC 2006 ^(1a)
RSU (fracção não-biológica)	22,3	93,6	BE 2020; IPCC 2006 ^(1a)
RSU (fracção biológica)	7,2	1,9	BE 2020; IPCC 2006 ^(1a)
Madeira e Resíduos de Madeira	9,9	1,9	BE 2020; IPCC 2006 ^(1a)
Licor Negro	12,1	0,7	BE 2020; IPCC 2006 ^(1a)
Biogásolinas	27,0	0,3	BE 2020; IPCC 2006 ^(1a)
Biodiesel	37,0	0,3	BE 2020; IPCC 2006 ^(1a)
Biogás	22,1	0,1	BE 2020; IPCC 2006 ^(1a)

a) Nota metodológica - As emissões de gases de efeito de estufa foram convertidas em emissões de CO₂ equivalente utilizando os

Potenciais de Aquecimento Global publicados no relatório do IPCC - Assessment Report 4 em que: CO₂ = 1; CH₄ = 25; N₂O = 298

b) Poder calorífico Inferior - Balanço Energético 2020; Fator de Emissão de GEE - Guidelines IPCC 2006

c) Poder calorífico Inferior e Fator de Emissão de GEE - Estimados com base nos valores reportados pelos operados no âmbito do regime CELE no período 2013-2020

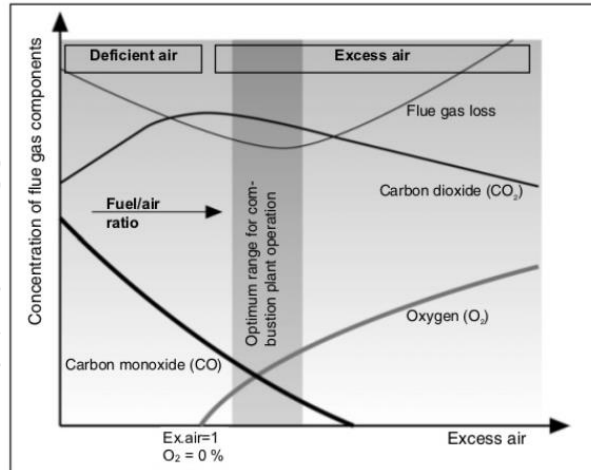
d) Poder calorífico Inferior e Fator de Emissão de GEE - Estimado com base no estudo "Determinação de Fatores de Cálculo e Índice de Recidabilidade do Coprocessamento de Pneus Usados", revisão aplicável para o período 2021-2025 - Fração de biomassa a considerar (31%)



06 | O GÁS NATURAL E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Setor Industrial

Combustível	Gás Natural	GPL	Fuelóleo	Lenha
Excesso de ar de combustão	5 - 10 %	5 - 10 %	15 - 20 %	15 - 50 %
Teor de CO ₂	11,4 - 10,9 %	13,1 - 12,6 %	13,7 - 13,2 %	17,5 - 13,3 %
Teor de O ₂	1,1 - 2,1 %	1,1 - 2,1 %	2,9 - 3,6 %	2,9 - 7,2 %
Teor de CO	0 %	0 %	0 %	0 %

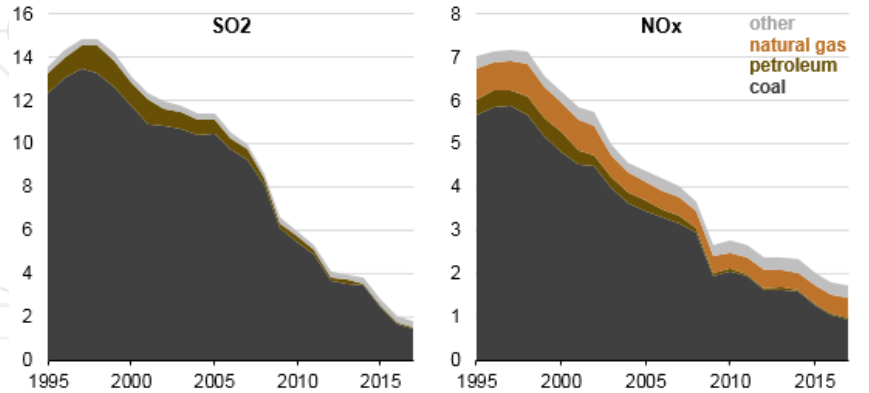


06 | O GÁS NATURAL E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Setor Industrial / Centrais Termoelétricas

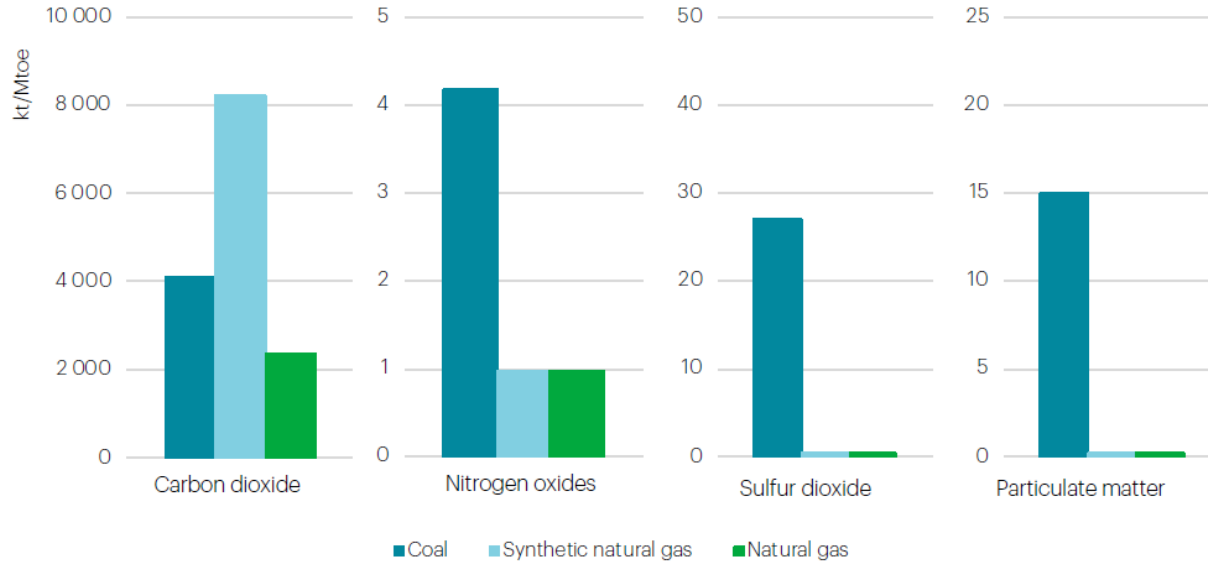
• NO_x;

Electric power industry SO₂ and NO_x emissions by fuel (1995-2017)
million short tons



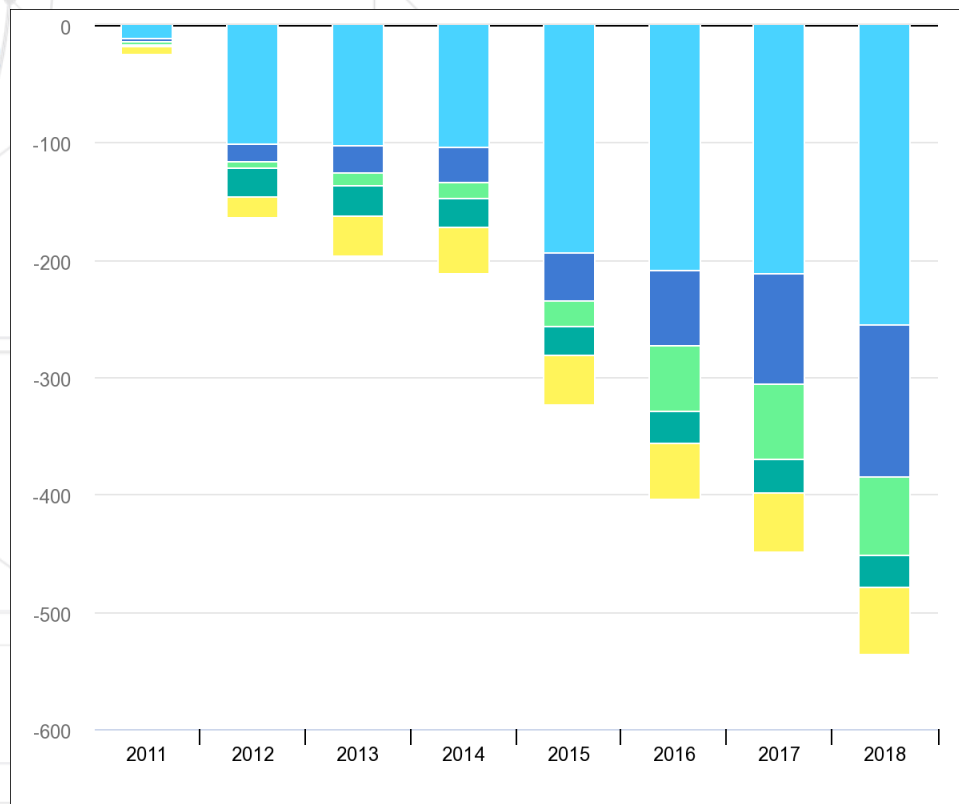
06 | O GÁS NATURAL E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

CO₂ and air pollutant (NO_x, SO₂ and PM_{2.5}) emissions intensities of coal, synthetic natural gas produced from coal, and natural gas in the residential sector in China



06 | O GÁS NATURAL E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Mt CO₂



United States China Europe India Rest of world

IEA : CO₂ savings from coal-to-gas switching in selected regions compared with 2010, 2018

Natural Gas in the Energy Transition

High climate
benefits (i.e.,
ideal for gas
to grow
market share
or defend it)

Gas can help advance decarbonization but is struggling to compete for market share.

Examples: Coal-to-gas switching in India and SE Asia; gas in heavy-duty transport (trucks); gas in industry and electricity in sub-Saharan Africa.

Gas can help advance decarbonization, plus gas is in a competitive position to defend or expand market share.

Examples: Coal-to-gas switching in electricity and industry; oil-to-gas switching in electricity (e.g., Middle East); marine transport).

Low climate
benefits
(i.e., best to
not use or
gradually
phase out
gas)

Gas can play a smaller role in decarbonization, plus it is struggling to compete for market share.

Examples: In buildings (where not already used); in electricity systems with low-carbon alternatives; in passenger cars (as electric vehicles scale up).

Gas can play a smaller role in decarbonization but is in a competitive position to defend or expand market share.

Examples: In electricity systems with low-carbon alternatives; in buildings (if gas is used now); in industry (until alternatives scale up).

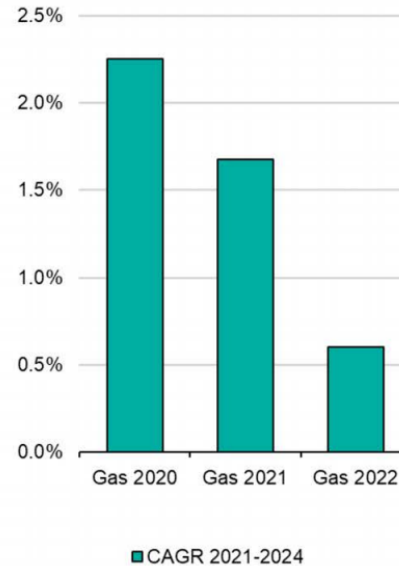
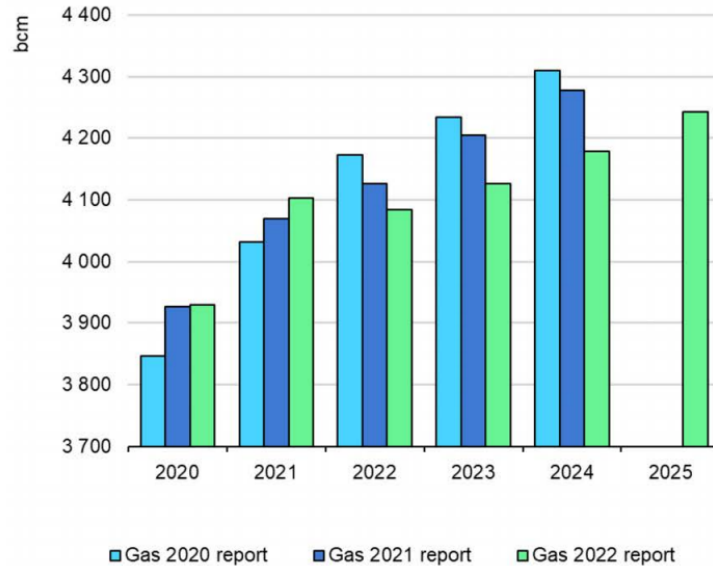
Gas less competitive

Gas more competitive

06 | O GÁS NATURAL E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Current market tensions and medium-term uncertainty result in a 60% cut in our forecast of average growth in gas demand to 2024, compared to our previous outlook

Evolution of global gas demand forecasts in the three latest issues of the IEA medium-term gas report, 2020-2025, and CAGR, 2021-2024



IEA 2022. All rights reserved.

06 | O GÁS NATURAL E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

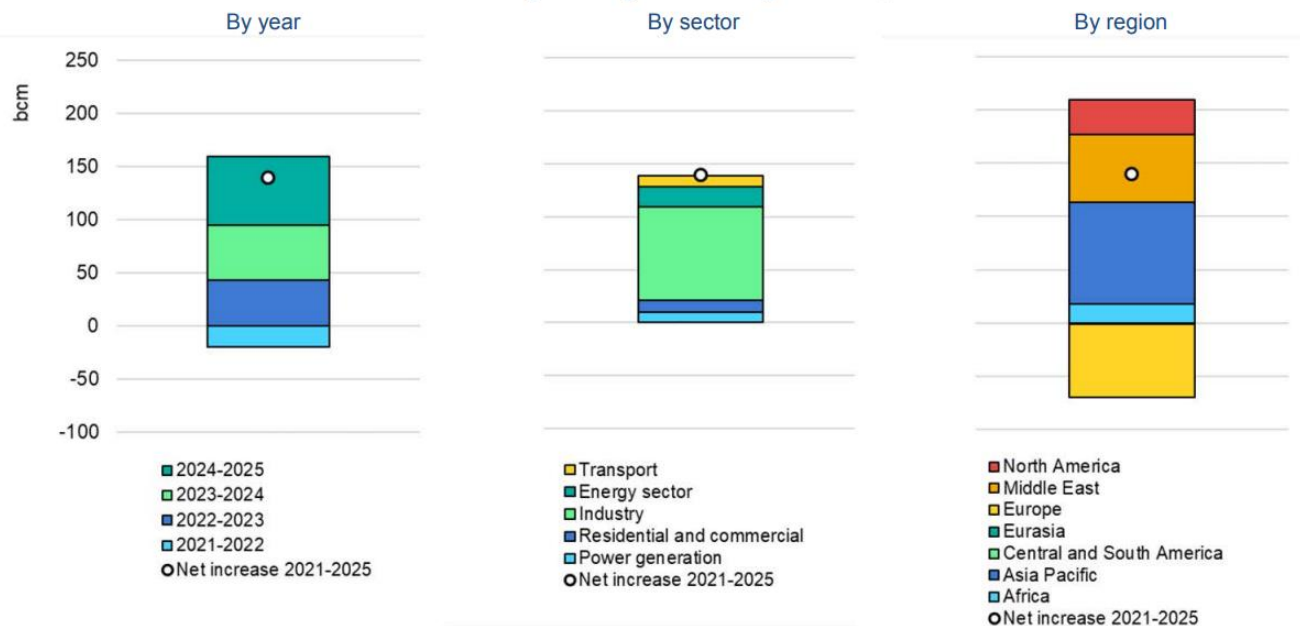


Gas Market Report Q3 2022

Gas 2022

Lower global gas growth potential further highlights the outsize role played by Asia and the industrial sector in the medium-term consumption increase

Breakdown of forecast growth in global natural gas demand, 2021-2025

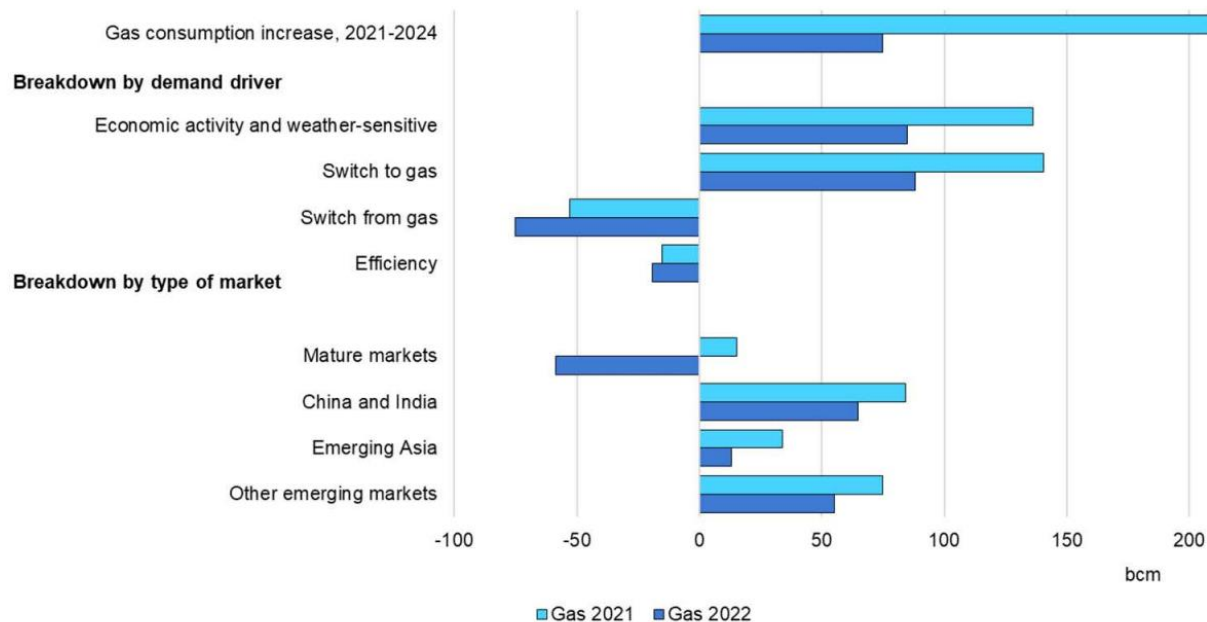


Gas Market Report Q3 2022

Gas 2022

Gas demand growth to 2024 shrinks by 60% compared to the previous forecast

Global gas consumption forecast in the two latest issues of the IEA medium-term gas report, 2021-2024



06 | O GÁS NATURAL E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA



FLONE

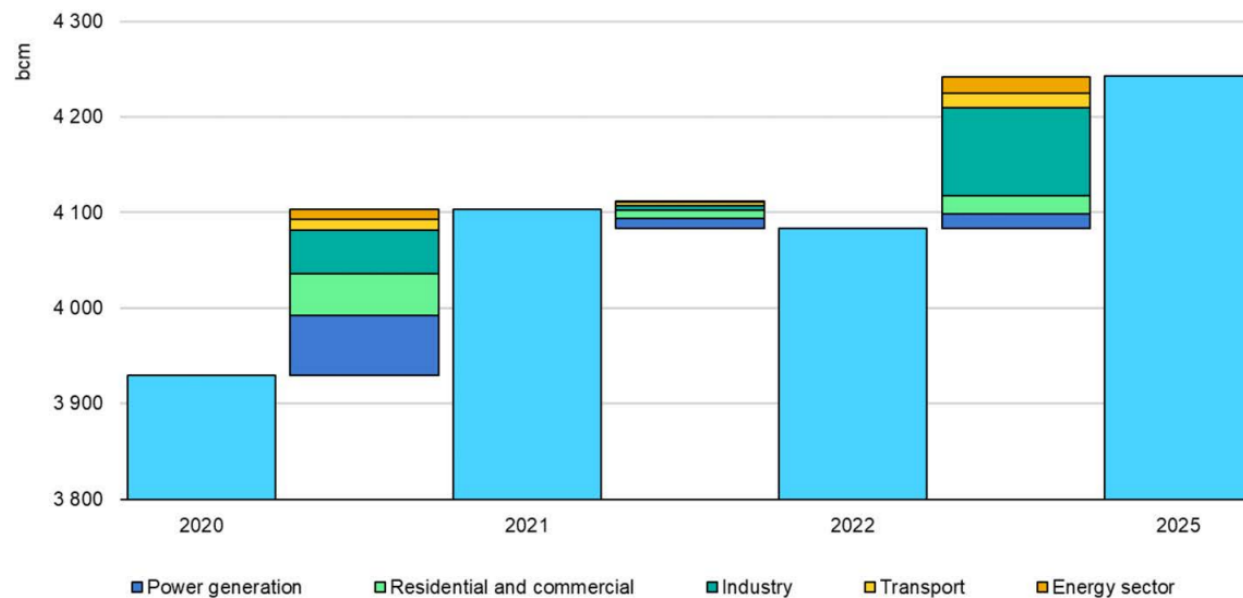
inegi driving science & innovation

Gas Market Report Q3 2022

Gas 2022

The industrial sector accounts for over half of global gas consumption growth over 2022-2025

Sectoral breakdown of global gas demand growth, 2020-2025



06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA



2.1.2. Supplying clean, affordable and secure energy

Further decarbonising the energy system is critical to reach climate objectives in 2030 and 2050. The production and use of energy across economic sectors account for more than 75% of the EU's greenhouse gas emissions. Energy efficiency must be prioritised. A power sector must be developed that is based largely on renewable sources, complemented by the rapid phasing out of coal and decarbonising gas. At the same time, the EU's energy supply needs to be secure and affordable for consumers and businesses. For this to happen, it is essential to ensure that the European energy market is fully integrated, interconnected and digitalised, while respecting technological neutrality.



06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Fit For 55



- No contexto da referida iniciativa EU Fit for 55 Package, a atualização da Diretiva Energias Renováveis propõe aumentar a meta vinculativa geral dos atuais 32% para um novo nível de 40% das energias renováveis no mix energético da UE com o intuito de descarbonizar o setor energético, promovendo a eletrificação baseada em energias renováveis e, em setores como a indústria, a incorporação de **gases renováveis, como o hidrogénio verde**.
- Em paralelo na iniciativa EU Fit for 55 é assumida a necessidade de realizar uma revisão dos atuais regulamentos referente aos sistemas de Gás Natural, por forma a garantir que o mercado do gás natural esteja em conformidade com a ambição e estratégia Fit for 55 e possa contribuir para os objetivos energéticos e climáticos por via de incorporação de **gases renováveis**.
- Em concreto prevê a análise e revisão da Diretiva do Gás 2009/73 / CE e do Regulamento do Gás (CE) n.º 715/2009, por forma a se constituir a denominada **hydrogen and decarbonised gas market package** que irá implementar Estratégia EU do Hidrogénio.

06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

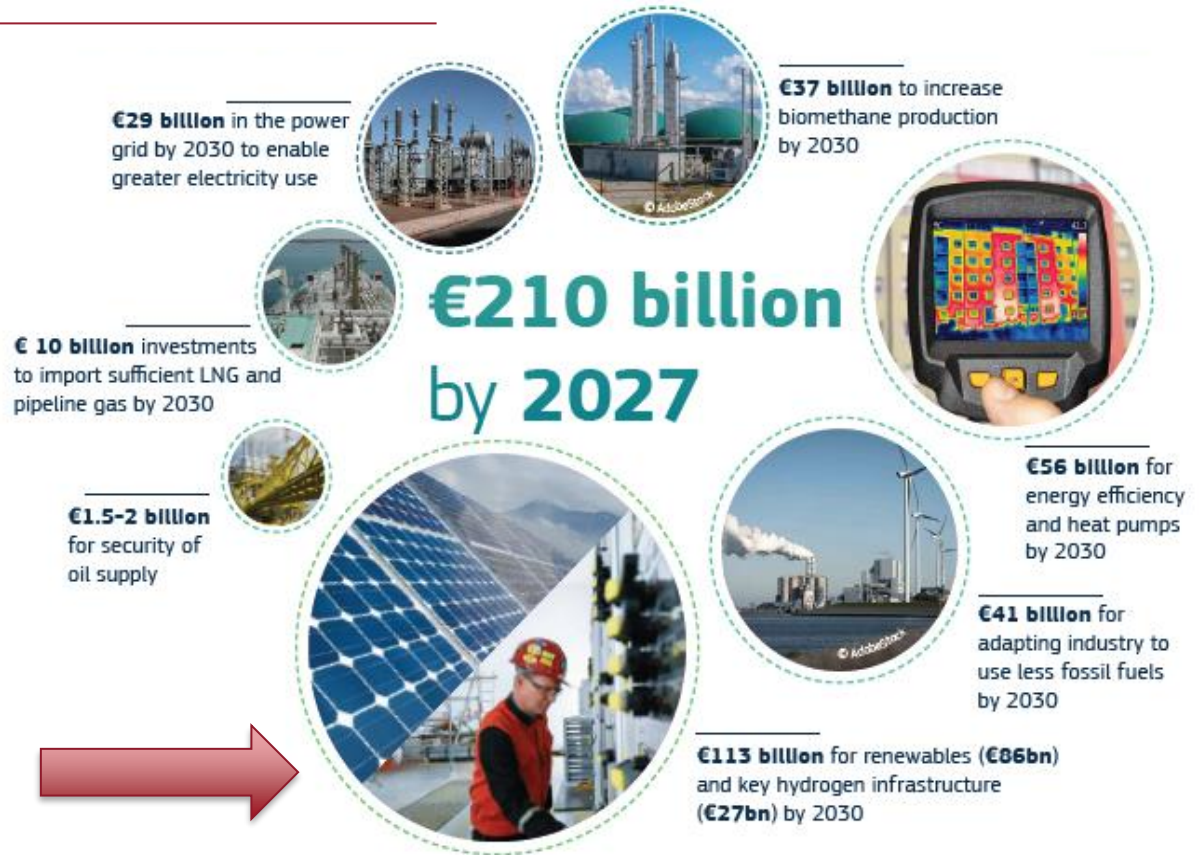
REPowerEU

Investimento e reforma

Investimento previsto de 210b€ até 2027, o que poderá levar a poupanças de cerca 95 biliões (menos importações e gastos com gás, petróleo e carvão)

Interligações europeias e investimentos na infraestrutura de gás e eletricidade

Novas reformas e investimentos, incluindo PRR

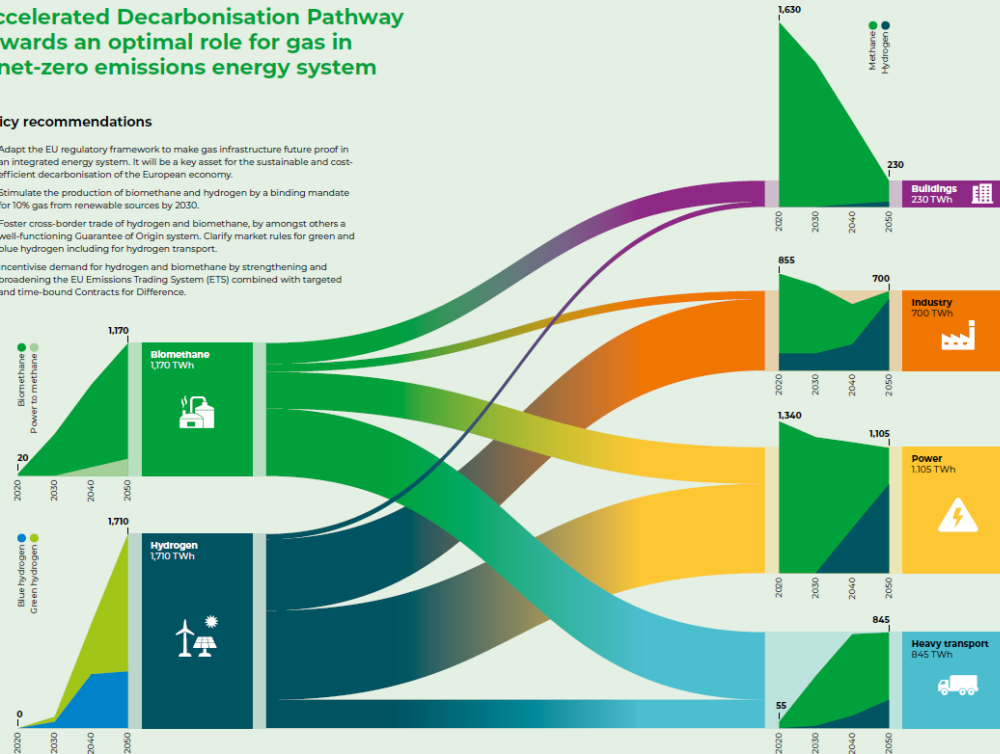


06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Accelerated Decarbonisation Pathway towards an optimal role for gas in a net-zero emissions energy system

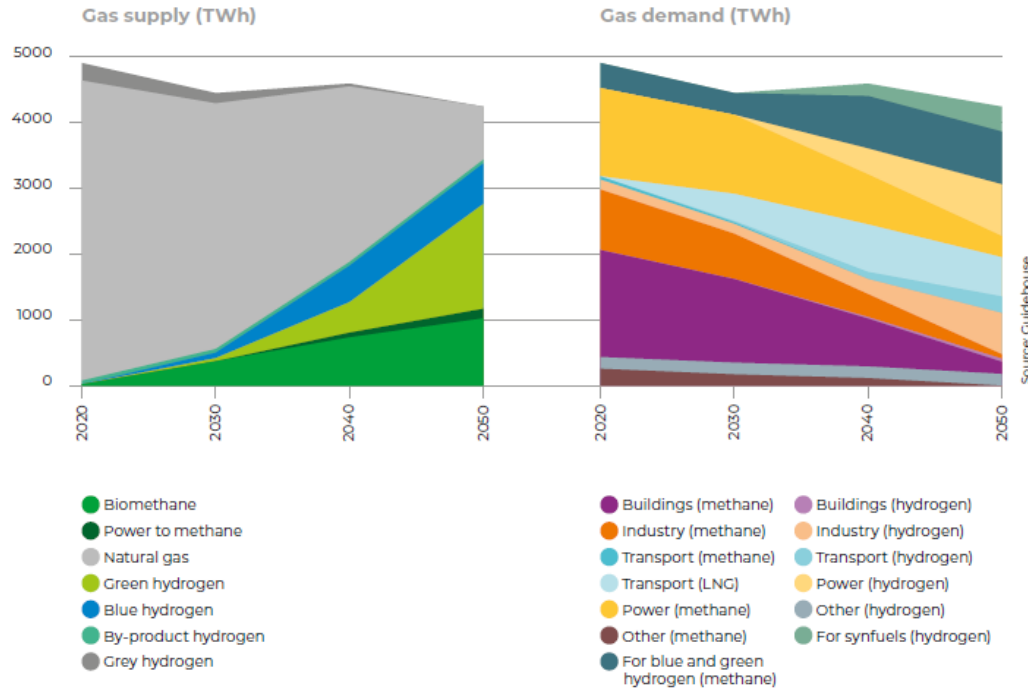
Policy recommendations

- 1 Adapt the EU regulatory framework to make gas infrastructure future proof in an integrated energy system. It will be a key asset for the sustainable and cost-efficient decarbonisation of the European economy.
- 2 Stimulate the production of biomethane and hydrogen by a binding mandate for 10% gas from renewable sources by 2030.
- 3 Foster cross-border trade of hydrogen and biomethane, by amongst others a well-functioning Guarantee of Origin system. Clarify market rules for green and blue hydrogen including for hydrogen transport.
- 4 Incentivise demand for hydrogen and biomethane by strengthening and broadening the EU Emissions Trading System (ETS) combined with targeted and time-bound Contracts for Difference.



06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

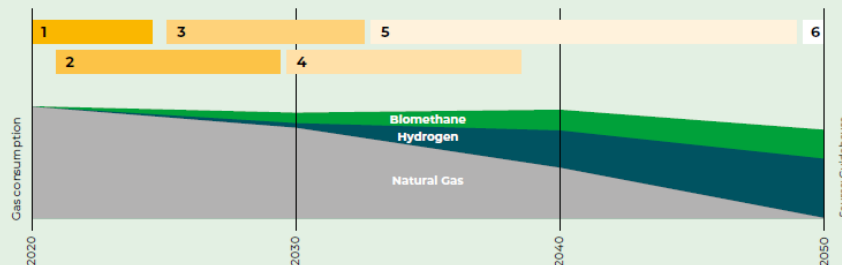
Figure 3. Gas supply and demand in the Accelerated Decarbonisation Pathway



06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

An Accelerated Decarbonation Pathway towards a net-zero emissions energy system by 2050

1 Preparing for transition Strategic, technical and policy planning to enable renewable and low carbon gases to play a significant role along side renewable electricity in the transition to net-zero Long-term infrastructure strategy for conversion of existing pipelines to hydrogen Changes to legislation and regulation in favor of conversion and H₂ readiness	2 Facilitating connections Scale-up in biomethane plants that are close to the gas grid Start first hydrogen projects Energy efficiency improvements in all sectors to enable electrification and the uptake of renewable and low-carbon gases	3 Kick-starting supply First hydrogen projects integrated with carbon capture, utilisation, and storage (CCUS) and anchored by baseload consumers, likely from industry Develop regional hydrogen backbones Continuing scale-up of biomethane supply	4 Broadening demand Hydrogen use extends to commercial and residential consumers around first hydrogen projects Blending (up to 20%) increases initial demand fast, paving the way for hydrogen clusters (100%) Consumers in other regions continue to receive natural gas with rising blends of biomethane	5 Creating dedicated methane and hydrogen networks Greater volumes and diversification of renewable and low carbon gas supply as more production methods mature technically and economically Hydrogen infrastructure develops from regional to transmission via an EU-wide backbone	6 100% renewable and low carbon gases Renewable and low carbon gases fully integrated across the EU energy system All gas end-users are supplied with hydrogen and/or biomethane, principal type varying by region Natural gas is no longer used, unless abated with CCUS for blue hydrogen production Net-zero energy system achieved in 2050
---	---	---	--	---	---

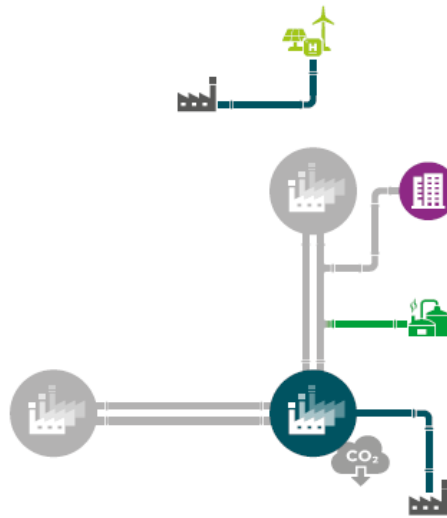


Infraestruturas de Gás Natural

06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Development of gas infrastructure from 2020 to 2050 (illustrative)

2020–2030



Renewable electricity generation, feeding into electrolyzers to produce green hydrogen. Green hydrogen can be blended in gas infrastructure, yet for larger projects, dedicated pipelines are foreseen which will be merged into larger hydrogen backbone infrastructure during the 2030s.



Natural gas infrastructure with injected biomethane



Hydrogen infrastructure



Industry cluster using natural gas



Industry cluster using and producing hydrogen



Heating of buildings



Solitary industry connected to industry clusters or green hydrogen production plants



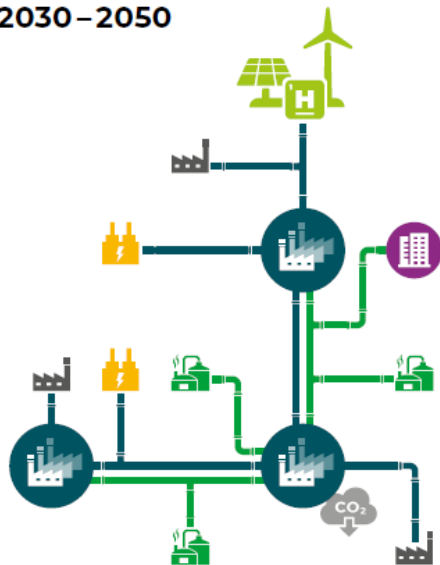
Biogas plants feeding into the natural gas grid



Infraestruturas de Gás Natural

06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

2030–2050



Increased share of renewable electricity generation for the production of green hydrogen. Green hydrogen feeds directly into the hydrogen backbone infrastructure.



Methane infrastructure



Hydrogen infrastructure



Industry cluster using and producing hydrogen



Hybrid heating of buildings



Solitary industry connected to industry clusters or the hydrogen infrastructure.



Biogas plants feeding into the methane grid or into industry clusters for the production of blue hydrogen (thereby creating negative emissions)



Power plants using hydrogen to produce dispatchable power

Source: CuiDehouse

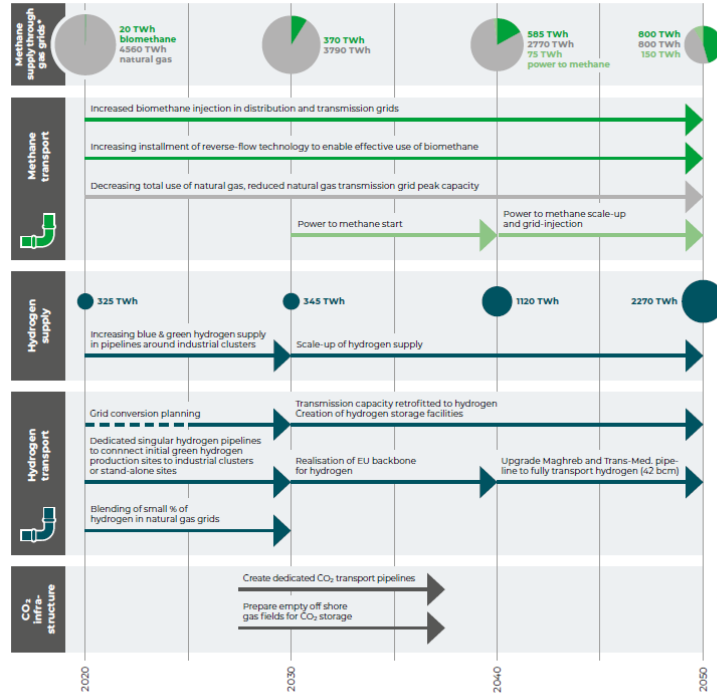


GAS FOR CLIMATE
A path to 2050

Infraestruturas de Gás Natural

06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

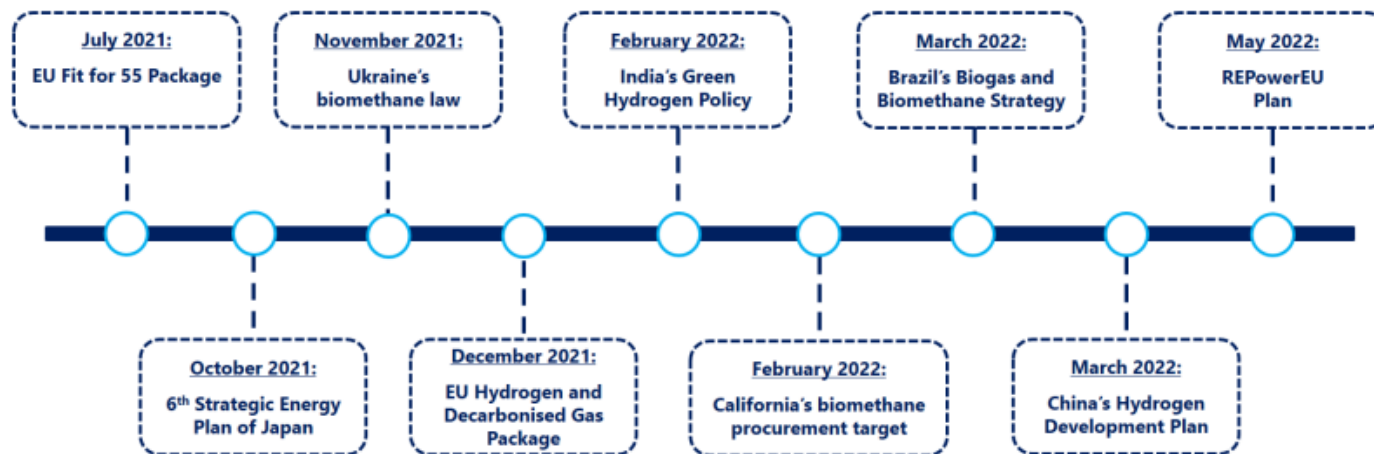
Critical timeline infrastructure



Infraestruturas de Gás Natural

* Numbers can be different from biomethane and hydrogen supply figures presented in other sections.
Only volumes transported through infrastructure are visualised.

Key clean gas policies and initiatives adopted since mid-2021

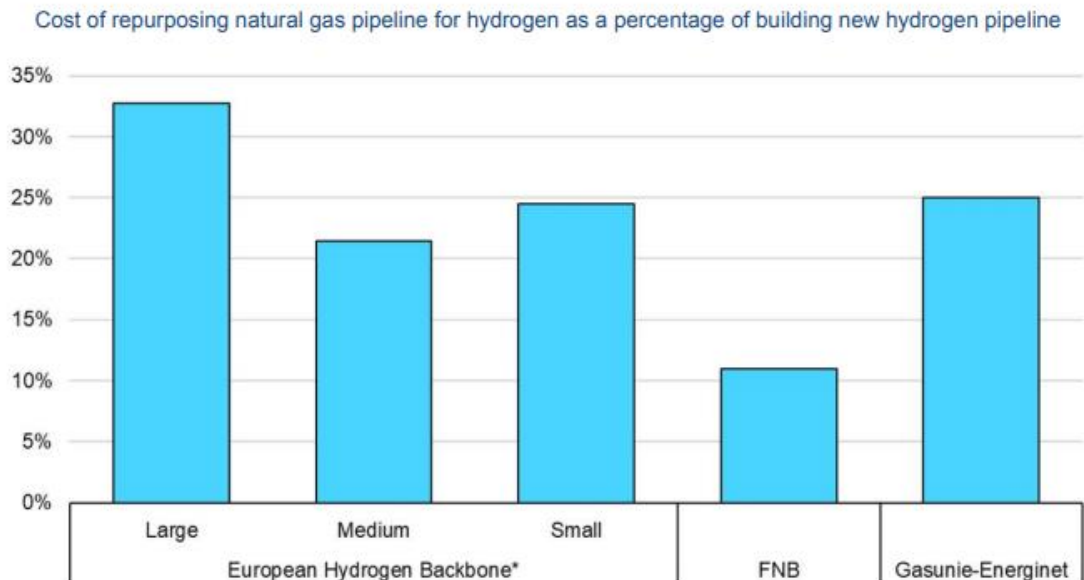


Sources: IEA analysis based on various policy documents.

IEA 2022. All rights reserved.

06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Gas-to-hydrogen pipeline conversions can result in substantial cost savings



IEA 2022. All rights reserved.

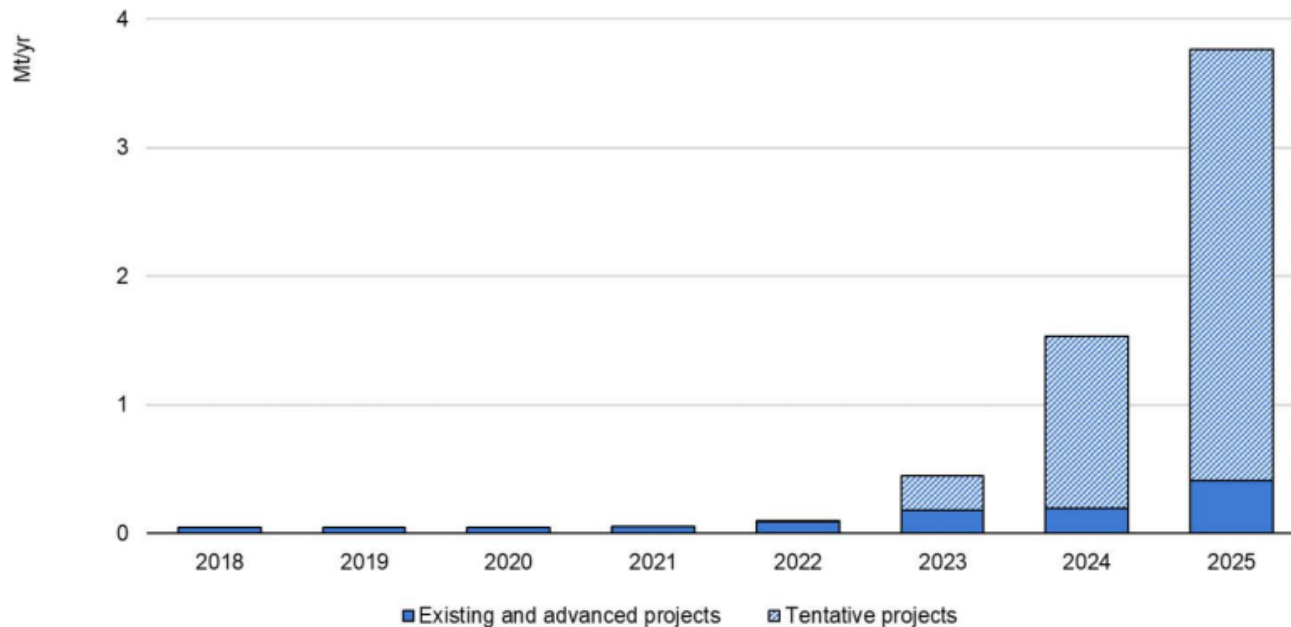
* Including compressor station CAPEX costs.

Notes: FNB = FNB Gas (the association of supra-regional gas transmission companies in Germany).

Sources: IEA analysis based on FNB (2020), [Netzentwicklungsplan 2020](#); Gas For Climate (2022), [European Hydrogen Backbone 2022](#); Gasunie-Energinet (2021), [Pre-feasibility Study for a Danish-German Hydrogen Network](#).

Reaching Europe's hydrogen ambitions will require stronger policy support

Low-emission hydrogen production capacity in Europe, 2018-2025



IEA 2022. All rights reserved.

Power to Gas - Valorização da Rede de Gás Natural

DESAFIOS

- Atualmente, a **legislação** e os regulamentos nacionais **já possibilitam a injeção de hidrogénio** nas redes de gás natural.
- O Regulamento da Qualidade de Serviço do setor elétrico e do setor do gás natural (RQS), da responsabilidade da Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, determina que o **gás natural**, nos pontos de entrada da RNTGN, deve respeitar os **valores máximo e mínimo do Índice de Wobbe¹² (IW)**** para o gás natural transportado na rede nacional, respetivamente **57,66 MJ/m³ (IW máximo) e 48,17 MJ/m³ (IW mínimo)**. (*)
- Com base nestes parâmetros, é possível calcular um **poder calorífico máximo** de 13,51 kWh/m³ (PCSmax) e um mínimo de 10,05 kWh/m³ (PCSmin). (*)

06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Power to Gas - Valorização da Rede de Gás Natural

DESAFIOS TÉCNICOS

Impacto da adição de H2 nos parâmetros de controlo de qualidade da RNTGN:

Artigo 40.º

Características do gás natural

- Densidade Relativa (d)
- Poder Calorífico Superior (PCS)
- Índice de Wobbe
- Permeação
- Velocidade do gás e nível de ruído

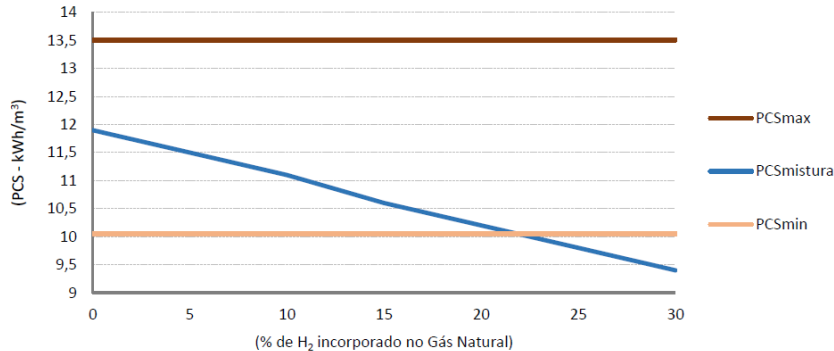
- 1 - O gás natural veiculado no SNGN deve garantir o correto funcionamento das infraestruturas e dos equipamentos, bem como a segurança na sua utilização.
- 2 - A monitorização das características do gás natural deve ser realizada pelos operadores de infraestruturas nas quais se verifica a receção de gás natural no SNGN, a entrega de gás natural nos pontos de entrada da RNTGN e a mistura de gás natural de diferentes proveniências.
- 3 - O gás natural, nos pontos de entrada da RNTGN, deve respeitar as seguintes gamas de variação admissíveis, para as características:

- a) Índice de Wobbe, calculado nas condições de referência:
 - i) IW mínimo = 48,17 MJ/m³ (n);
 - ii) IW máximo = 57,66 MJ/m³ (n).
- b) Densidade relativa, calculada nas condições de referência:
 - i) d mínima = 0,5549;
 - ii) d máxima = 0,7001.

06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Power to Gas - Valorização da Rede de Gás Natural

DESAFIOS TÉCNICOS



Analisando o gráfico seguinte, podemos, de um ponto de vista teórico, concluir que até uma percentagem de cerca de 22% de incorporação de **hidrogénio** no gás natural o poder calorífico do gás mantém-se dentro dos limites atualmente impostos pela regulamentação.

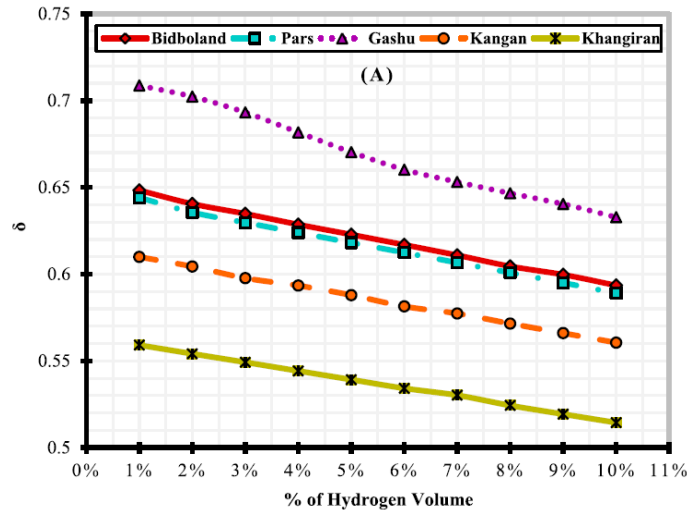
No entanto, de acordo com Marcogaz, os principais ativos da infraestrutura de transmissão, armazenamento e distribuição de gás natural podem aceitar até **10% vol. de H₂** sem modificação, enquanto muitos processos industriais (exceto metano usado como matéria-prima) devem ser capazes de aceitar **5 vol. -% H₂** sem modificação.

06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Power to Gas - Valorização da Rede de Gás Natural

DESAFIOS TÉCNICOS

• Densidade Relativa



Component	Gas field				
	Kangan	Gashu	Khangiran	Pars	Bidboland
CH ₄	90.04	79.08	98.6	87	80.01
C ₂ H ₆	3.69	0.91	0.59	5.4	1.38
C ₃ H ₈	0.93	0.36	0.09	1.7	0.49
I-C ₄ H ₁₀	0.2	0.09	0.02	0.3	0.34
N-C ₄ H ₁₀	0.29	0.18	0.04	0.45	0.65
I-C ₅ H ₁₂	0.14	0.08	0.02	0.13	0.10
N-C ₅ H ₁₂	0.08	0.07	0.02	0.11	0.09
N-C ₆ H ₁₄	0.14	0.69	0.07	0.07	0.09
+C ₇ H ₁₆	0.01	0	0	0.03	0
N ₂	4.48	5.14	0.55	3.1	5.41
CO ₂	0	7.08	0	1.71	8.41
H ₂ S	0	6.32	0	0	3.03
H ₂ O	0	0	0	0	0
MW (kg/kmol)	17.79	20.67	16.36	18.69	20.51

Investigating the effect of hydrogen injection on natural gas thermo-physical properties with various compositions

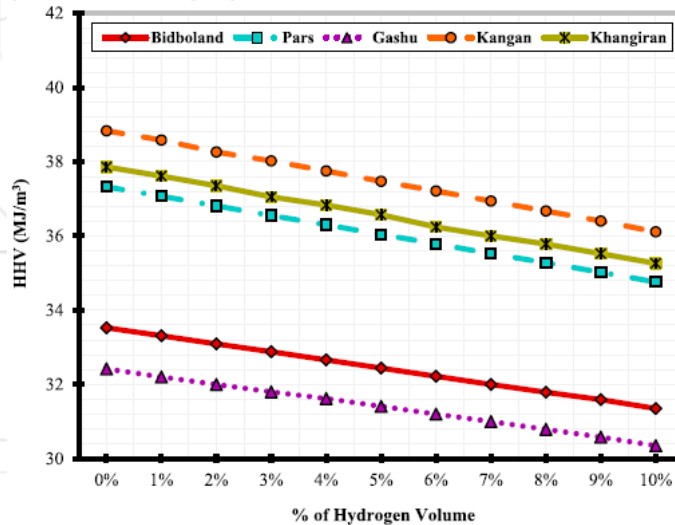
Mahdi Deymi-Dashtebayaz ^{a,1}, Amir Ebrahimi-Moghadam ^{b,*,1}, Seyyed Iman Pishbin ^c, Mahdi Pourramezan ^d

06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Power to Gas - Valorização da Rede de Gás Natural

DESAFIOS TÉCNICOS

- PCS



Component	Gas field				
	Kangan	Gashu	Khangiran	Pars	Bidboland
CH ₄	90.04	79.08	98.6	87	80.01
C ₂ H ₆	3.69	0.91	0.59	5.4	1.38
C ₃ H ₈	0.93	0.36	0.09	1.7	0.49
I-C ₄ H ₁₀	0.2	0.09	0.02	0.3	0.34
N-C ₄ H ₁₀	0.29	0.18	0.04	0.45	0.65
I-C ₅ H ₁₂	0.14	0.08	0.02	0.13	0.10
N-C ₅ H ₁₂	0.08	0.07	0.02	0.11	0.09
N-C ₆ H ₁₄	0.14	0.69	0.07	0.07	0.09
+C ₇ H ₁₆	0.01	0	0	0.03	0
N ₂	4.48	5.14	0.55	3.1	5.41
CO ₂	0	7.08	0	1.71	8.41
H ₂ S	0	6.32	0	0	3.03
H ₂ O	0	0	0	0	0
MW (kg/kmol)	17.79	20.67	16.36	18.69	20.51

Redução do PCS entre 6 e 7% para teor de H₂ de 10% (v/v)

Investigating the effect of hydrogen injection on natural gas thermo-physical properties with various compositions

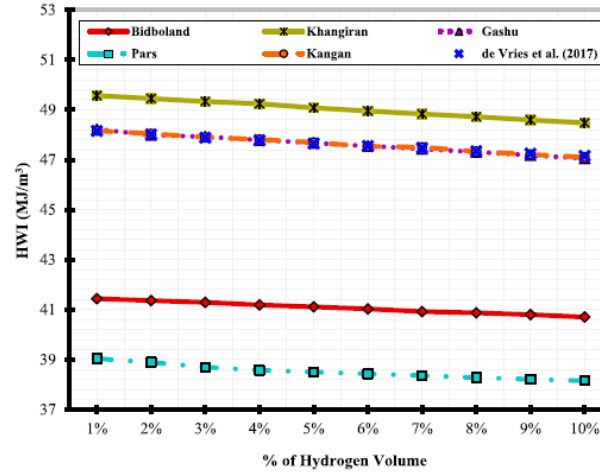
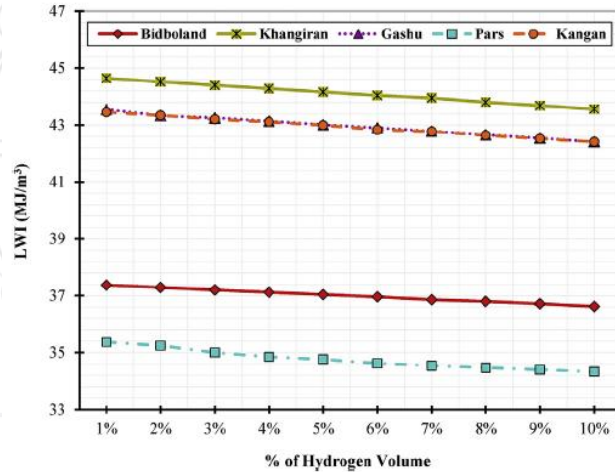
Mahdi Deymi-Dashtebayaz^{a,1}, Amir Ebrahimi-Moghadam^{b,*,1}, Seyyed Iman Pishbin^c, Mahdi Pourramezan^d

06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Power to Gas - Valorização da Rede de Gás Natural

DESAFIOS TÉCNICOS

- Índice de Woobe



Component	Gas field				
	Kangan	Gashu	Khangiran	Pars	Bidboland
CH ₄	90.04	79.08	98.6	87	80.01
C ₂ H ₆	3.69	0.91	0.59	5.4	1.38
C ₃ H ₈	0.93	0.36	0.09	1.7	0.49
I-C ₄ H ₁₀	0.2	0.09	0.02	0.3	0.34
N-C ₄ H ₁₀	0.29	0.18	0.04	0.45	0.65
I-C ₅ H ₁₂	0.14	0.08	0.02	0.13	0.10
N-C ₅ H ₁₂	0.08	0.07	0.02	0.11	0.09
N-C ₆ H ₁₄	0.14	0.69	0.07	0.07	0.09
+C ₇ H ₁₆	0.01	0	0	0.03	0
N ₂	4.48	5.14	0.55	3.1	5.41
CO ₂	0	7.08	0	1.71	8.41
H ₂ S	0	6.32	0	0	3.03
H ₂ O	0	0	0	0	0
MW (kg/kmol)	17.79	20.67	16.36	18.69	20.51

Redução do IW de cerca de 2% para teor de H₂ de 10% (v/v)

Investigating the effect of hydrogen injection on natural gas thermo-physical properties with various compositions

Mahdi Deymi-Dashtebayaz ^{a,1}, Amir Ebrahimi-Moghadam ^{b,*,1}, Seyyed Iman Pishbin ^c, Mahdi Pourramezan ^d

Power to Gas - Valorização da Rede de Gás Natural

DESAFIOS TÉCNICOS

- Velocidade do gás e nível de ruído e vibrações



ELSEVIER



Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Procedia Engineering 106 (2015) 316 – 324

**Procedia
Engineering**

www.elsevier.com/locate/procedia

Dynamics and Vibroacoustics of Machines (DVM2014)

The vibroacoustic characteristics research of the gas pipeline

Luiza F. Musaakhunova^a, Aleksandr A. Igolkin^a, Konstantin Yu. Shabanov^{b*}

^aSamara State Aerospace University, Moskovskoe shosse, 34, Samara, 443086, Russian Federation

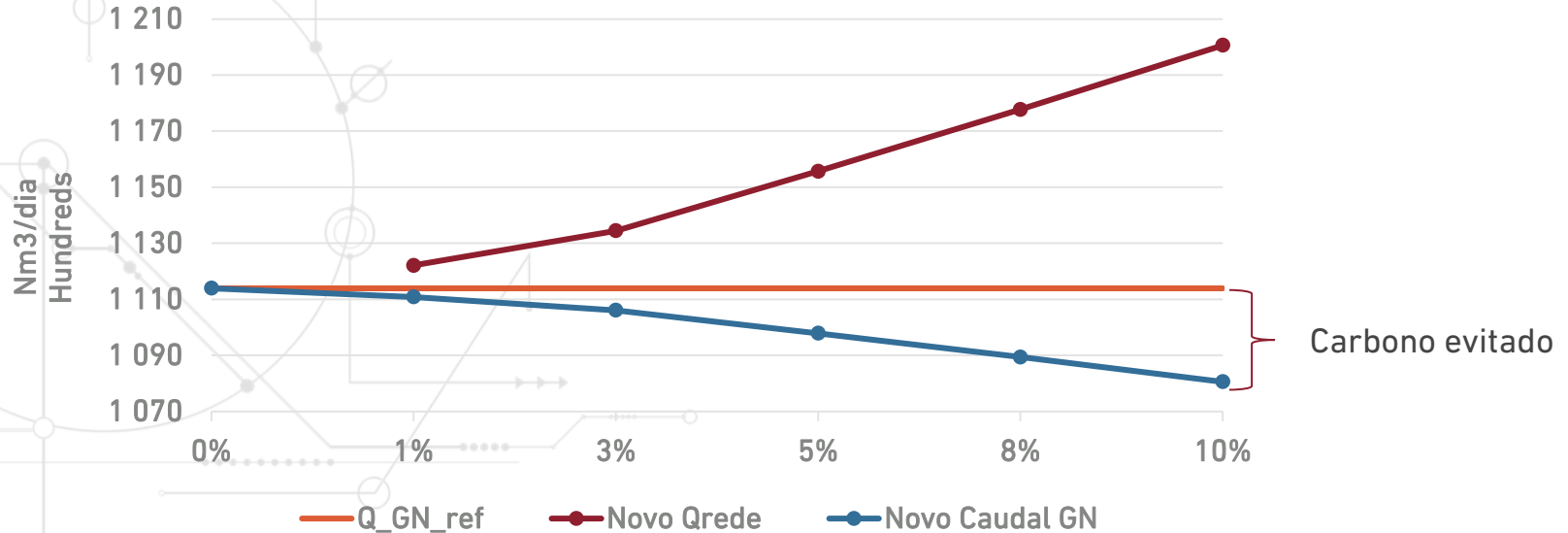
^b"Gazprom Transgaz Samara" LLC Novo-Sadovaya st., 106 A, Samara, 443086, Russian Federation

06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Power to Gas - Valorização da Rede de Gás Natural

DESAFIOS TÉCNICOS

- Velocidade do gás e nível de ruído e vibrações

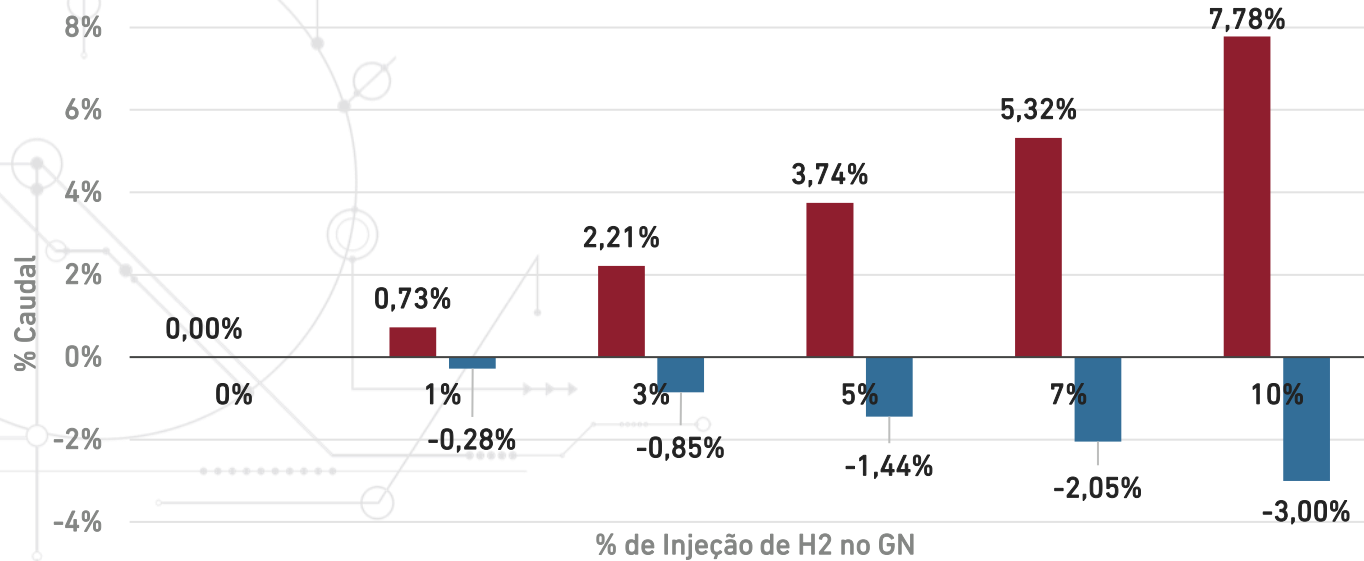


06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Power to Gas - Valorização da Rede de Gás Natural

DESAFIOS TÉCNICOS

- Velocidade do gás e nível de ruído e vibrações



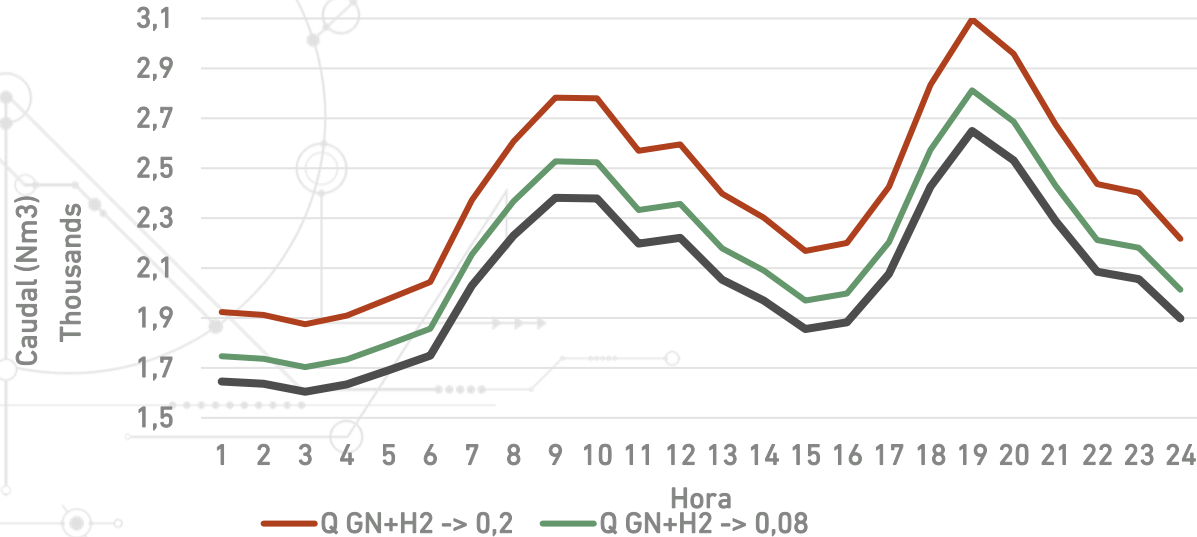
■ % de variação do caudal +Qrede Nm3/dia ■ % de variação do caudal -QGN Nm3/dia

06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Power to Gas - Valorização da Rede de Gás Natural

DESAFIOS TÉCNICOS

- Velocidade do gás e nível de ruído e vibrações

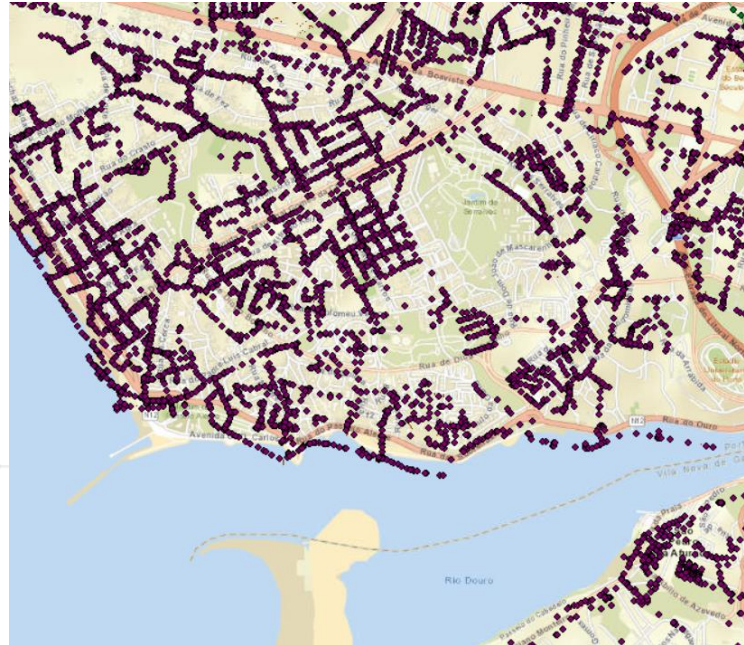


06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Power to Gas - Valorização da Rede de Gás Natural

DESAFIOS TÉCNICOS

D (mm)	300		
Velocidade [m/s]			
GN m3	10%	20%	30%
6	7	8	8
6	7	8	8
6	7	7	8
6	7	8	8
7	7	8	8
7	7	8	9
8	9	9	10
9	9	10	11
9	10	11	12
9	10	11	12
9	9	10	11
9	9	10	11
8	9	9	10



06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Power to Gas - Valorização da Rede de Gás Natural

DESAFIOS TÉCNICOS

mínimo 10; máximo 13,5					
PCS (kWh/m ³)					
8%	10%	23%	45%	50%	
11,22	11,05	9,97	8,14	7,72	
11,28	11,11	10,02	8,17	7,75	
11,29	11,13	10,03	8,18	7,76	
11,31	11,14	10,04	8,19	7,77	
11,31	11,14	10,05	8,19	7,77	
11,32	11,15	10,05	8,20	7,77	
11,31	11,14	10,04	8,19	7,77	
11,33	11,17	10,07	8,20	7,78	
11,33	11,16	10,06	8,20	7,78	
11,33	11,17	10,07	8,20	7,78	
11,34	11,17	10,07	8,21	7,79	
11,35	11,18	10,08	8,21	7,79	
11,34	11,17	10,07	8,21	7,79	
11,37	11,20	10,09	8,22	7,80	
11,37	11,20	10,09	8,23	7,80	
11,37	11,20	10,10	8,23	7,80	
11,37	11,20	10,10	8,23	7,80	
11,38	11,21	10,11	8,23	7,81	
11,38	11,21	10,11	8,23	7,81	
11,37	11,20	10,10	8,23	7,80	
11,21	11,04	9,96	8,13	7,71	
11,21	11,04	9,96	8,13	7,71	

pr mínima = 0,5549; pr máxima = 0,7001.					
P _r					
4%	6%	8%	10%	12%	
0,5806	0,5700	0,5593	0,5487	0,5380	
0,5843	0,5736	0,5629	0,5521	0,5414	
0,5853	0,5745	0,5638	0,5530	0,5423	
0,5858	0,5750	0,5643	0,5535	0,5427	
0,5861	0,5753	0,5646	0,5538	0,5430	
0,5866	0,5759	0,5651	0,5543	0,5435	
0,5865	0,5757	0,5649	0,5541	0,5434	
0,5876	0,5768	0,5660	0,5552	0,5444	
0,5873	0,5765	0,5657	0,5549	0,5441	
0,5877	0,5769	0,5661	0,5553	0,5445	
0,5879	0,5771	0,5663	0,5555	0,5447	
0,5882	0,5774	0,5666	0,5558	0,5450	
0,5881	0,5773	0,5665	0,5557	0,5448	
0,5894	0,5786	0,5677	0,5569	0,5461	
0,5897	0,5788	0,5680	0,5571	0,5463	
0,5897	0,5789	0,5681	0,5572	0,5464	
0,5900	0,5791	0,5683	0,5574	0,5466	
0,5905	0,5796	0,5687	0,5579	0,5470	
0,5898	0,5790	0,5681	0,5573	0,5464	
0,5819	0,5712	0,5606	0,5499	0,5392	
0,5816	0,5709	0,5602	0,5496	0,5389	

mínimo 48,17; máximo 57,66					
Woobe (MJ/m ³)					
46%	48%	50%	52%	54%	
48,53	48,25	47,98	47,71	47,44	
48,61	48,33	48,05	47,77	47,50	
48,62	48,33	48,05	47,78	47,51	
48,64	48,35	48,07	47,80	47,52	
48,64	48,36	48,08	47,80	47,53	
48,65	48,37	48,08	47,81	47,53	
48,61	48,33	48,05	47,77	47,50	
48,67	48,39	48,11	47,83	47,55	
48,66	48,37	48,09	47,82	47,54	
48,67	48,38	48,10	47,82	47,55	
48,68	48,39	48,11	47,83	47,56	
48,68	48,40	48,12	47,84	47,56	
48,68	48,40	48,12	47,84	47,56	
48,71	48,42	48,14	47,86	47,58	
48,71	48,43	48,14	47,86	47,59	
48,71	48,43	48,14	47,86	47,59	
48,72	48,43	48,15	47,87	47,59	
48,73	48,44	48,16	47,88	47,60	
48,73	48,44	48,16	47,88	47,60	
48,71	48,43	48,14	47,86	47,59	
48,43	48,15	47,88	47,61	47,34	
48,46	48,18	47,91	47,63	47,37	

06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Power to Gas - Valorização da Rede de Gás Natural

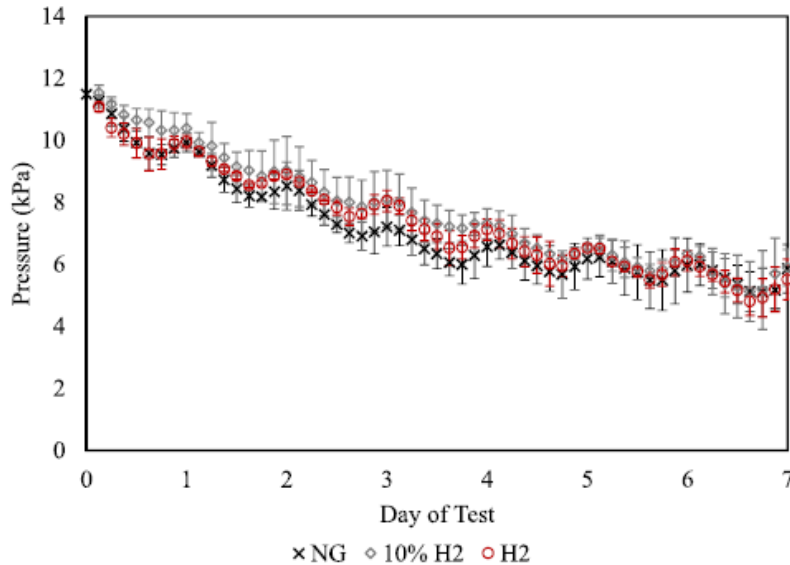
DESAFIOS TÉCNICOS | Integridade da rede

Caso de estudo	Material	Enquadramento do nível de pressão	Concentração de H ₂	Pontos Chave
1	Aços de baixa até alta resistência	Alta e média pressão	25% H ₂ (para X70) 50% H ₂ (para X52)	- Aumento da velocidade propagação de fendas de fadiga (aços de baixa resistência, API 5L A, B, X42 e X46) - Diminuição da tenacidade à fratura (aços de baixa resistência, API 5L A, B, X42 e X46) - Presença de H₂ não condiciona o comportamento e integridade dos tubos de cobre.
2	API 5L X80 (Alta resistência)	Alta pressão	-	Perda de ductilidade associada à fragilização por hidrogénio
3	API 5L X80 (Alta resistência)	Alta e média pressão	100% H ₂ 0% H ₂	- Fragilização associada ao H₂ é influenciada pela pressão e pela taxa de deformação; - A fragilização do material num ambiente gasoso com hidrogénio é irreversível.
4	API 5L X80 (Alta resistência)	Alta e média pressão	-	- Não se verificam alterações nos módulos de elasticidade e propriedades de resistência do material; - Acentuada diminuição da tenacidade à fratura - Aumento da velocidade de propagação de fendas para cerca de 10x, por comparação com um ambiente neutro
5	API X60, X70 e X80	Alta e media pressão	100% H ₂ 0% H ₂	- Diminuição da tenacidade à fratura - Diminuição da resistência à propagação de fendas por fadiga.
6	API 5L X52	Média pressão	-	Para além dos fenómenos associados à fragilização por H₂ o tipo de escoamento da mistura de gás deve ser acompanhado por medidas de segurança;
7	API 5L X52, X60, X70	Média pressão	-	- Para uma baixa concentração de H₂ no gás natural não se verifica uma alteração significativa na taxa do crescimento da fenda em comparação com uma concentração de H₂ de 100%; - Elementos adsorventes como oxigénio ou monóxido de carbono, poderão atrasar o crescimento de fendas por fadiga; - As soldaduras em geral não são mais suscetíveis à fragilização por hidrogénio que o material base;
8	API 5L X52	Média pressão	10% H ₂	Proposta de uma metodologia para avaliar a integridade do material do domínio de crescimento de fendas por fadiga.

06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Power to Gas - Valorização da Rede de Gás Natural

DESAFIOS TÉCNICOS | Fugas em acessórios



Hydrogen leaks at the same rate as natural gas in typical low-pressure gas infrastructure

Alejandro Hormaza Mejía^a, Jacob Brouwer^{a,b}, Michael Mac Kinnon^c



Os testes foram realizados em infraestruturas construídas em 1987, em condutas aço NPT típicas com juntas, válvulas e braçadeiras de suporte.

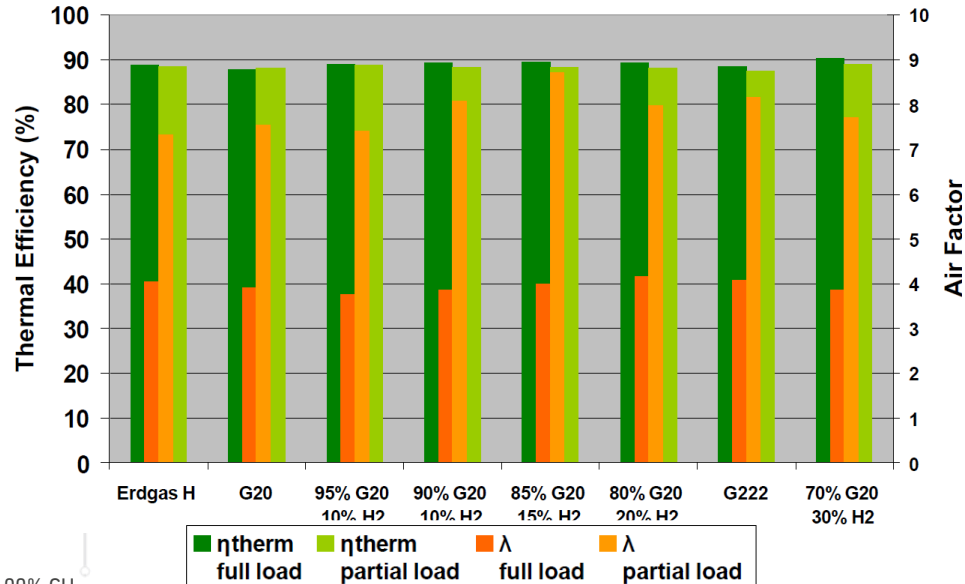
Gás natural puro, H₂ puro e misturas com teor de H₂ de 10%(v/v) foram avaliadas à pressão inicial de 114 mbar (11.4 kPa).

Foram detectadas fugas estimadas em 50% do gás injetado ao longo de 7 dias de observação.

06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Power to Gas - Valorização da Rede de Gás Natural

DESAFIOS TÉCNICOS | Consumidores Finais – Caldeiras Atmosféricas



- Não existe uma variação significativa no rendimento térmico e na razão de ar

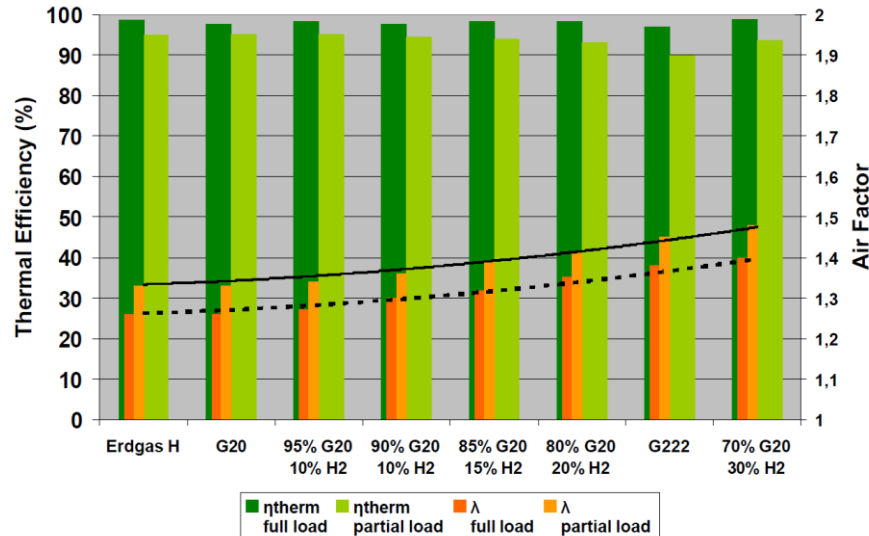
G20: 100% CH₄
G222 : 23% H₂ in CH₄

Source: Nitschke-Kowsky, P., Wessing, W., E.ON Ruhrgas AG, Impact of hydrogen admixture on installed gas appliances. World Gas Conference (WGC), Kuala Lumpur, 2012

06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Power to Gas - Valorização da Rede de Gás Natural

DESAFIOS TÉCNICOS | Consumidores Finais – Caldeiras Condensação



Não existe uma variação significativa no rendimento térmico. Na razão de ar é exemplificado um ligeiro incremento de 1,28 para 1,4 com adição de H_2

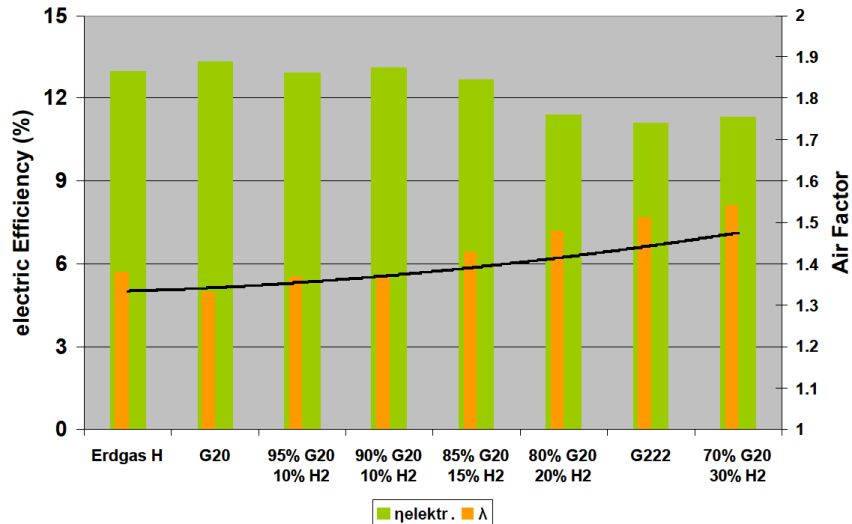
G20: 100% CH_4
G222 : 23% H_2 in CH_4

Source: Nitschke-Kowsky, P., Wessing, W., E.ON Ruhrgas AG, Impact of hydrogen admixture on installed gas appliances. World Gas Conference (WGC), Kuala Lumpur, 2012

06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Power to Gas - Valorização da Rede de Gás Natural

DESAFIOS TÉCNICOS | Consumidores Finais – Motores Cogeração



- Redução da eficiência elétrica com a adição de hidrogénio. Aumento da razão de ar

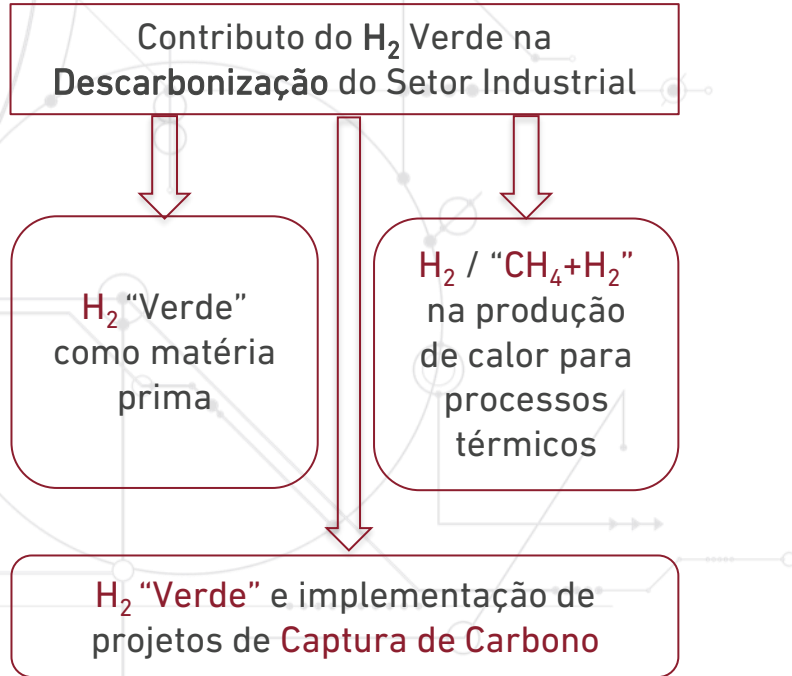
G20: 100% CH₄
G222 : 23% H₂ in CH₄

06 | AS INFRAESTRUTURAS DE GN E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA



<https://greenpipeline.pt/>

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA



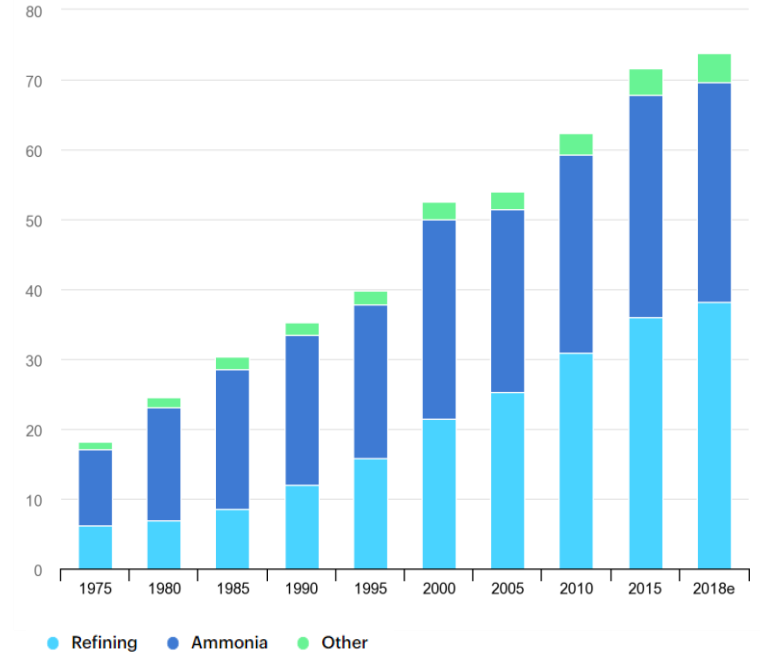
No setor industrial, foram identificados quatro fatores que afetam fortemente as oportunidades de uso de hidrogénio renovável ou de baixo carbono, a saber:

- A quantidade de hidrogénio usado como matéria prima;
- A expressão do gás natural na matriz energética industrial;
- As emissões gasosas diretas dos processos industriais;
- As necessidades de calor de processo de alta temperatura ($> 200^\circ C$).

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Referencial de Partida

- Atualmente, o hidrogénio é utilizado em diversos processos industriais. Entre outras aplicações, é importante destacar seu uso como matéria-prima na indústria química, e também como agente redutor na indústria metalúrgica.
- O hidrogénio é também matéria prima para a síntese de amónia, de fertilizantes, de metanol e é utilizado na síntese de vários polímeros.
- As refinarias, onde o hidrogénio é utilizado no processamento de derivados de petróleo intermediários, é outra utilização industrial para o hidrogénio.

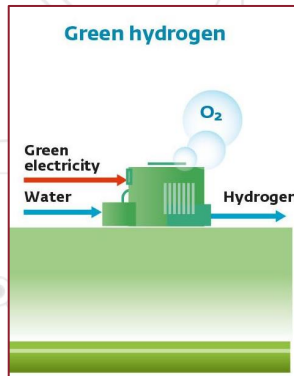
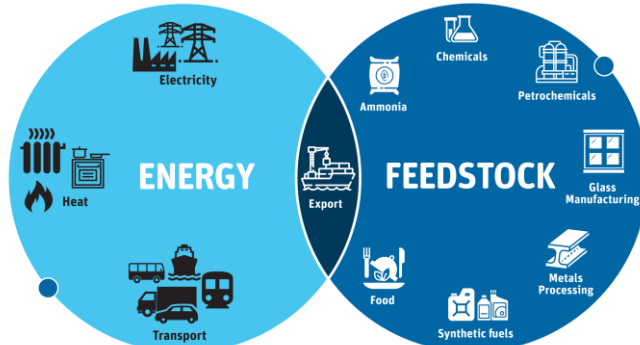


Global demand for pure hydrogen, 1975-2018

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Produção de hidrogénio para uso industrial– O desafio!

APPLICATIONS FOR HYDROGEN



IN THE INDUSTRY, HYDROGEN PROVIDES LARGE-SCALE OPPORTUNITIES TO DECARBONIZE HIGH-GRADE HEAT OR REPLACE CARBON-INTENSIVE INPUTS AS A FEEDSTOCK



1 Only feasible route for decarbonization of steel

Replacement of blast furnace with direct reduction process using hydrogen



2 At-scale decarbonization of high-grade heat industrial processes

Decarbonization route compatible with current processes



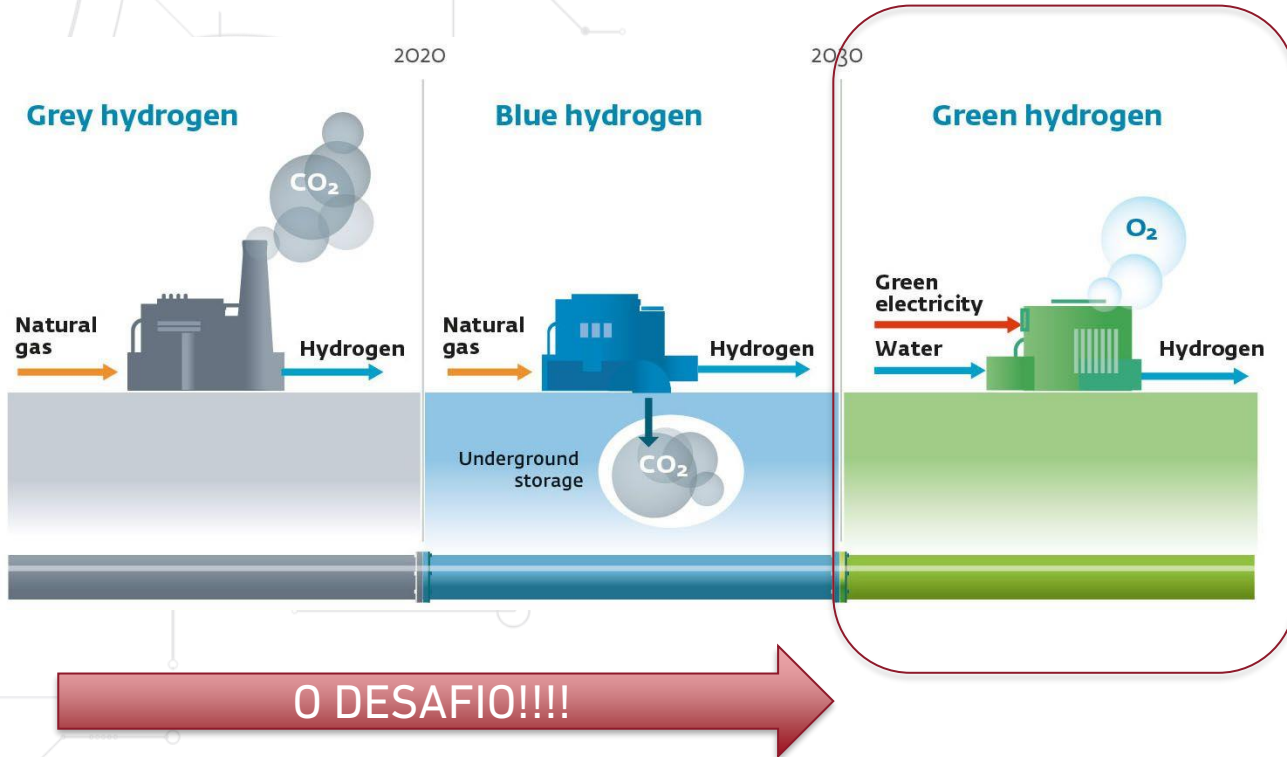
3 Conversion of hydrogen production to ultra-low-carbon hydrogen

Decarbonization of hydrogen production where currently used – e.g., in Ammonia production, refining and petrochemical industries



06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Produção de hidrogénio para uso industrial– O desafio!

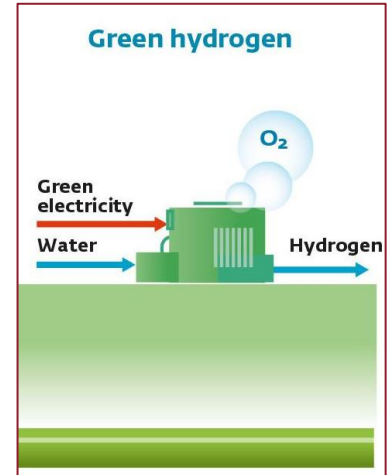


06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Produção de hidrogénio para uso industrial– O desafio!

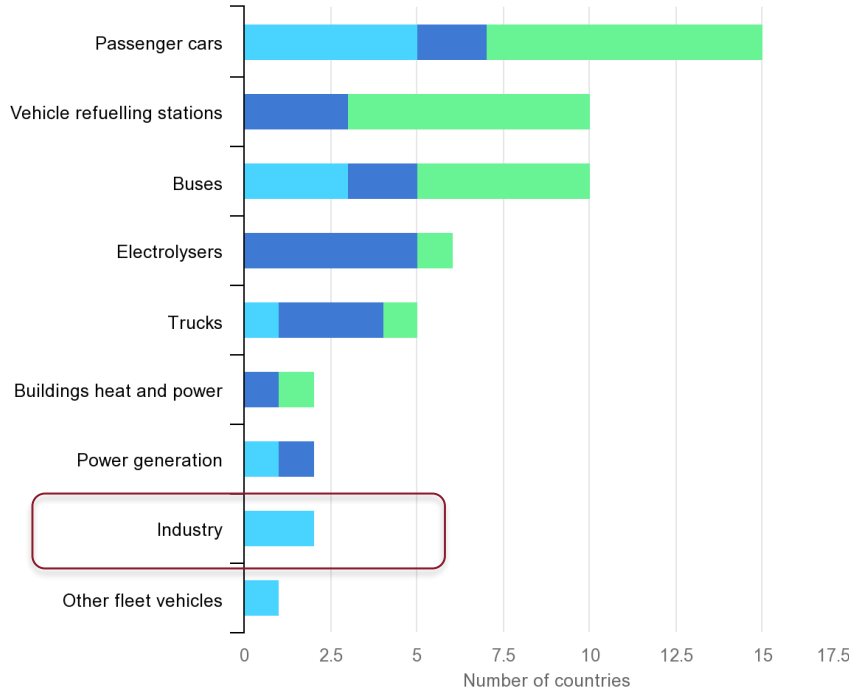
Alcançar o objetivo depende de vários fatores:

- O **custo atual e futuro** do hidrogénio verde e a **sensibilidade** dos diferentes fatores de custo;
- A evolução do **valor de mercado** do hidrogénio verde, eletricidade e CO₂;
- Opções **tecnológicas**;
- Dos **desafios** inerentes de depender de **centrais eletroprodutoras de base renovável**;
- Desafios **técnicos** para **otimizar** o funcionamento da centrais produtoras de hidrogénio verde e conciliar de maneira equilibrada a **oferta/procura desse vetor energético** (em diversas aplicações) e a **produção energia elétrica em centrais eletroprodutoras de base renovável** (predominantemente PV e eólicas);
- Mecanismos de financiamento e como estes influenciam os custos de H₂.



06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Produção de hidrogénio para uso industrial– O desafio!



● Incentives without targets ● Targets without incentives ● Combined incentives with targets

- Nos últimos anos, os investimento em projetos de **investigação, desenvolvimento e demonstração** no âmbito da cadeia de valor do H₂ têm vindo a aumentar;
- O número de países com políticas que apoiam diretamente o investimento em **tecnologias da cadeia de valor do hidrogénio** está a aumentar consistentemente;

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Cores do hidrogénio

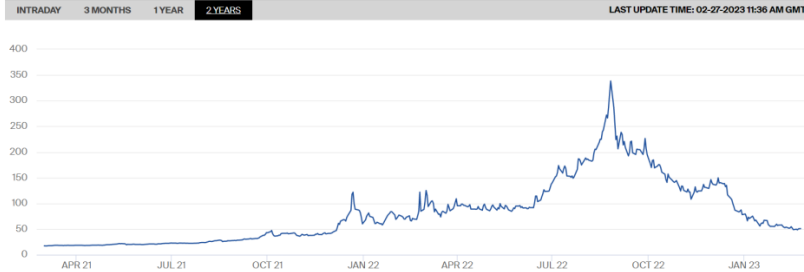
Castanho	Cinzentos	Azul	Verde
Carvão	Gás Natural	Gás Natural	Energia Renováveis
Gaseificação Sem CCS	Reforma do Metano Sem CCS	Reforma do Metano Com CCS	Eletrolise
19 tCO ₂ /tH ₂	11 tCO ₂ /tH ₂	0,2 tCO ₂ /tH ₂	zero
1 – 1,8 €/kg	1 – 1,8 €/kg	1,3 – 2,5 €/kg	2,5 – 7 €/kg

Fonte: www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen; <https://matthey.com/en/markets/energy-generation-and-storage/hydrogen/types-of-hydrogen-production>

- 50 a 70 % do custo final do **hidrogénio verde** produzido, referente energia elétrica
- A localização da instalação das centrais de produção de hidrogénio verde também poderá ser otimizada de modo a minimizar as perdas seja pela transmissão de energia elétrica até a central, como também reduzir as perdas pelo transporte de hidrogénio até os utilizadores finais.
- Peso da taxa de carbono

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Preço Gás Natural €/MWh



Fonte: <https://tradingeconomics.com/commodity/eu-natural-gas>

€/kg H ₂	€/MWh
2,50	75,08
3,00	90,09
3,50	105,11
4,00	120,12

0,033 MWh/kg



Diário da República, 1.ª série

N.º 3

4 de janeiro de 2023

Pág. 34

AMBIENTE E AÇÃO CLIMÁTICA

Portaria n.º 15/2023

de 4 de janeiro

Sumário: Estabelece o sistema de compra centralizada de biometano e hidrogénio produzido por eletrólise a partir da água, com recurso a eletricidade com origem em fontes de energia renovável.

1 — O Governo determina a abertura de procedimento concorrencial para aquisição de biometano e hidrogénio por eletrólise a partir da água, com recurso a eletricidade com origem em fontes de energia renovável, para injeção na rede nacional de gás, nas seguintes quantidades:

- a) Biometano — 150 GWh/ano (base poder calorífico superior PCS);
- b) Hidrogénio — 120 GWh/ano (base poder calorífico superior PCS).

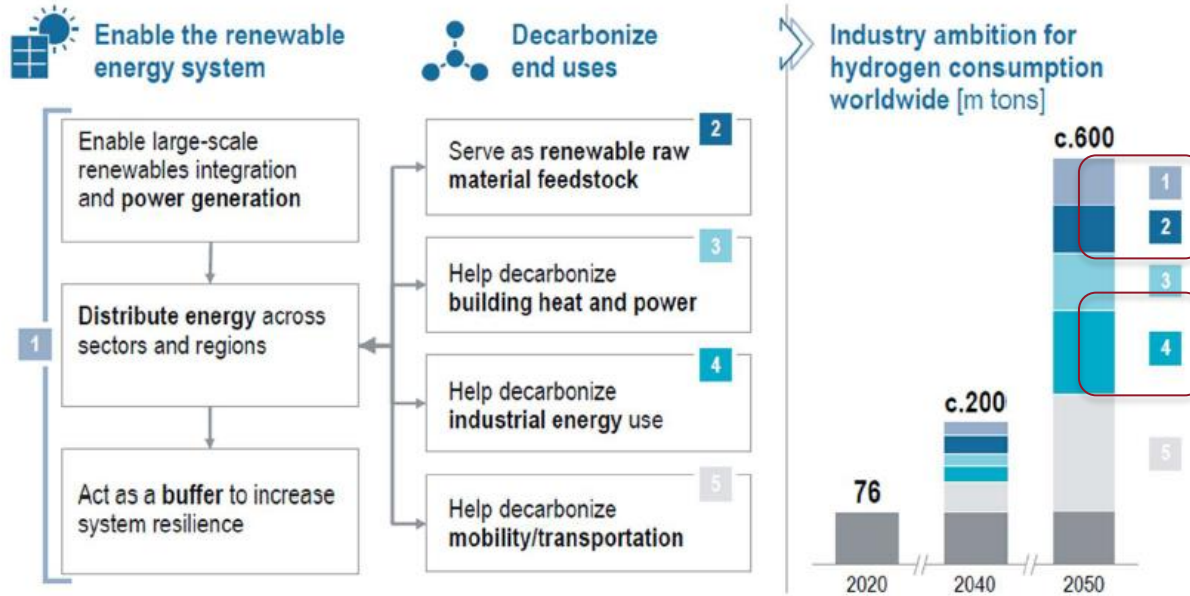
8 — O preço base, enquanto preço máximo a pagar pelo CURG, na qualidade de entidade adjudicante, é de 62 €/MWh para os produtos da alínea a) e de 127 €/MWh para os produtos da alínea b), ambas referidas no n.º 1 do presente artigo.

9 — As quantidades referidas no n.º 1 podem ser divididas em lotes, a definir no procedimento concursal, em função da capacidade da rede nacional de gás.

10 — Até 30 de junho de 2023, a DGEG, publica o anúncio referente ao procedimento concorrencial de aquisição para as quantidades de biometano e hidrogénio por eletrólise a partir da água, com recurso a eletricidade com origem em fontes de energia renovável, determinadas nos números anteriores.

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Green Hydrogen Production to industrial Use – The Roadmap



Fonte: Hydrogen Council, Roland Berger

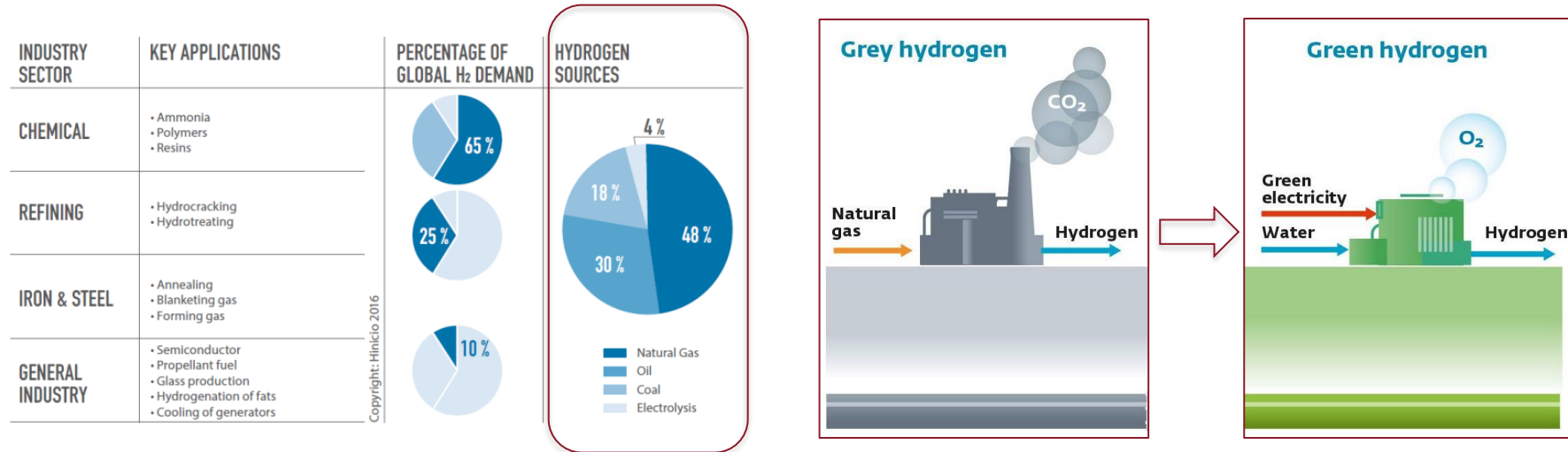
Green Hydrogen - INDUSTRY

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

H₂ “Verde” como matéria prima para descarbonização do setor industrial

O hidrogénio é utilizado igualmente como matéria-prima na indústria, maioritariamente na produção de amónia, metanol e refinação de petróleo, e é um subproduto de processo em alguns subsectores da indústria química inorgânica.

Figure 4: Global hydrogen demand and production sources



Source: IRENA based on FCH JU (2016).³

FONTE: Hydrogen From Renewable Power Technology Outlook For The Energy Transition – IRENA

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

H₂ “Verde” como matéria prima para descarbonização do setor industrial

OPORTUNIDADES

- No processamento de **metais**, a produção de **aço** (consumidora intensiva de energia) por exemplo pode tornar-se uma aplicação significativa para o hidrogénio, nomeadamente para a estratégia de redução do consumo energético e de GEE no setor, se tiverem sucesso os testes e demonstrações que se irão desenvolver na próxima década, face à maturidade tecnológica atual.



06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Case Studies de Implementação

- A Iberdrola tem como projeto a construção da maior fábrica de hidrogénio verde para uso industrial da Europa.
- O hidrogénio verde produzido será consumido numa em uma fábrica de amoníaco (Fertiberia).
- Este investimento vai permitir evitar a emissão de 39 000 toneladas de dióxido de carbono (CO₂) por ano.



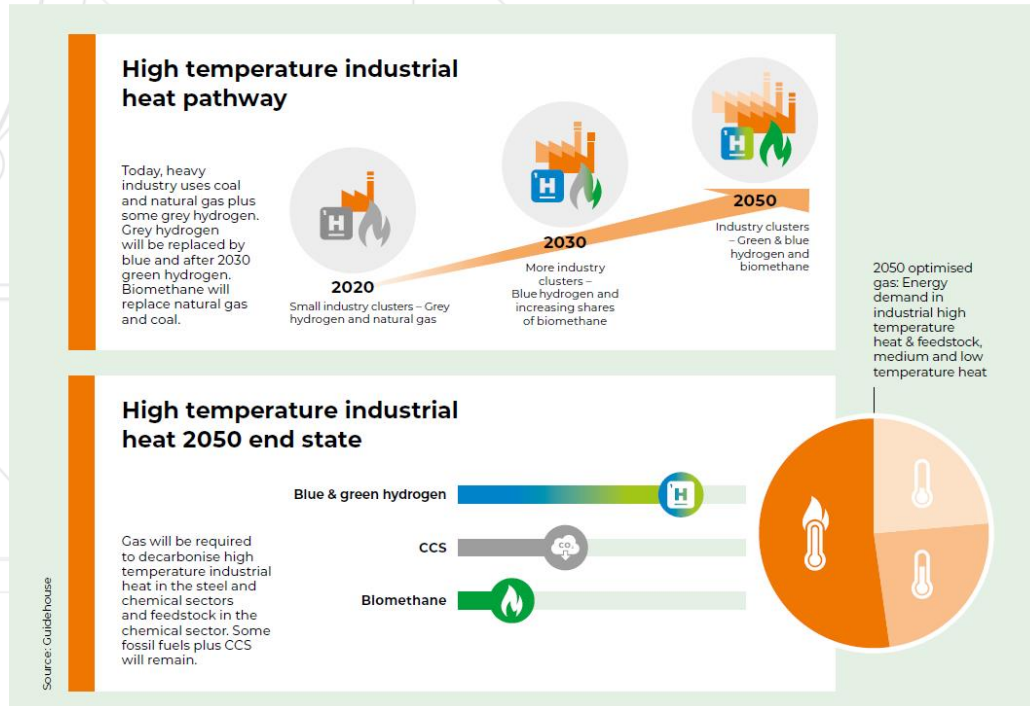
Usina de hidrogênio verde de Puertollano

- Localização**
Puertollano (Ciudad Real)
- Capacidade total instalada**
100 MW solar + 20 MW eletrólises +
armazenamento de 20 MWh
- Criação de emprego**
700 postos de trabalho
- Investimento**
150 milhões de euros
- Entrada em funcionamento**
2021

Fonte: <https://www.iberdrola.com/quem-somos/linhas-negocio/projetos-emblematicos/usina-hidrogenio-verde-puertollano>

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

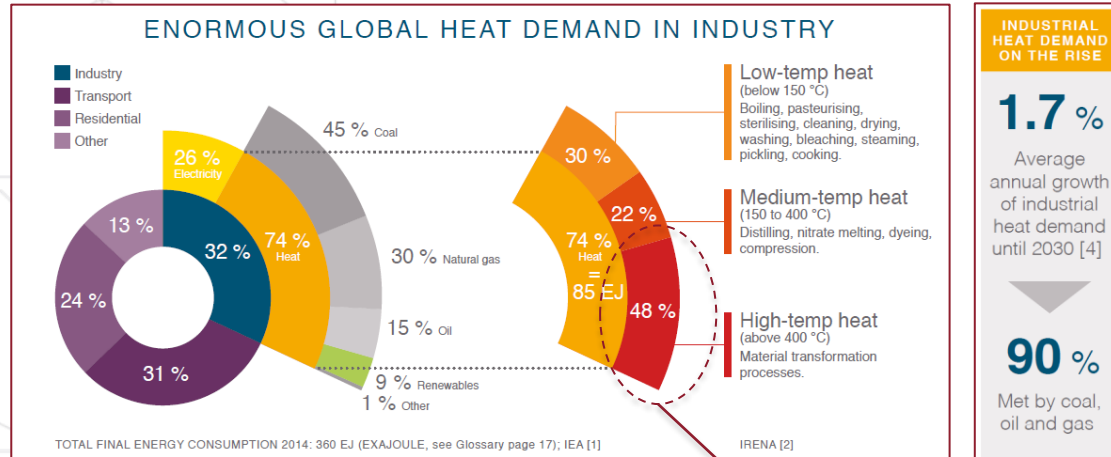
Contribuição do H₂ “Verde” na produção de calor em processos térmicos industriais



Fonte: Gas for Climate - Gas decarbonisation pathways 2020–2050

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Contribuição do H₂ “Verde” na produção de calor em processos térmicos industriais



Solar Heat for Industry – Solar Payback Project, 2017

Eletrificação não é possível em muitos processos industriais!

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Contribuição do H₂ “Verde” na produção de calor em processos térmicos industriais

- Os processos Térmicos Industriais de Elevada Temperatura (HT) têm um peso significativo no Consumo de Energia do Setor Industrial
 - Atualmente, o **calor de processo** (HT) é quase exclusivamente gerado a partir de combustíveis fósseis, de elevada densidade energética.
 - Há um número limitado de opções de **baixo carbono** que podem substituir o uso de combustíveis fósseis para essa finalidade.
 - Para fornecimento de calor de processo de até 350-400 °C, a **eletrificação** poderá ser possível, mas para temperaturas mais altas a eletrificação não é uma opção;
 - Os únicos vetores energéticos/combustíveis de baixo carbono com potencial para substituição dos combustíveis fósseis dão a biomassa, biometano / biogás e **hidrogénio**.

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

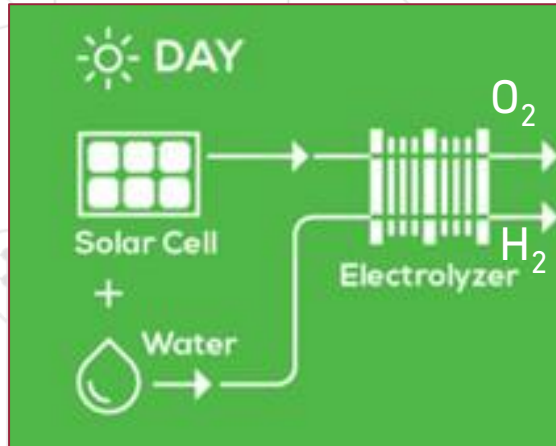
Contribuição do H₂ “Verde” como combustível em processos térmicos industriais

OPORTUNIDADES

- O **hidrogénio** tem potencial para substituir/complementar (**blending**) o **gás natural** como fonte de **calor e energia na indústria**, incluindo áreas em que a **eletrificação não é possível**, podendo obrigar contudo à **substituição de equipamentos** mas sem necessidade de elevado grau de pureza do hidrogénio.
 - Muitos processos industriais (exceto metano usado como matéria-prima) devem ser capazes de aceitar **20 vol. % H₂ sem modificação**.
 - Observa-se um grande número de trabalhos de investigação e desenvolvimento para que as Indústrias consumidoras de gás natural, possam alimentar aos seus processos térmicos misturas de GN e H₂ até 15 vol. % de H₂ sem substituição de equipamentos (queimadores, fornos, caldeiras,...), apenas com adaptação dos mesmos (**retrofitting**).
- Em setores que utilizam altas temperaturas, como na fabricação do aço e do cimento, o **hidrogénio** pode ser uma alternativa de médio prazo (2030) válida para a **descarbonização**, dependendo da **evolução da tecnologia** e condições de mercado.

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Contribuição do H_2 “Verde” como combustível em processos térmicos industriais – Produção descentralizada



Alimentação de oxigénio e hidrogénio a caldeiras/queimadores em sistemas de combustão



06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

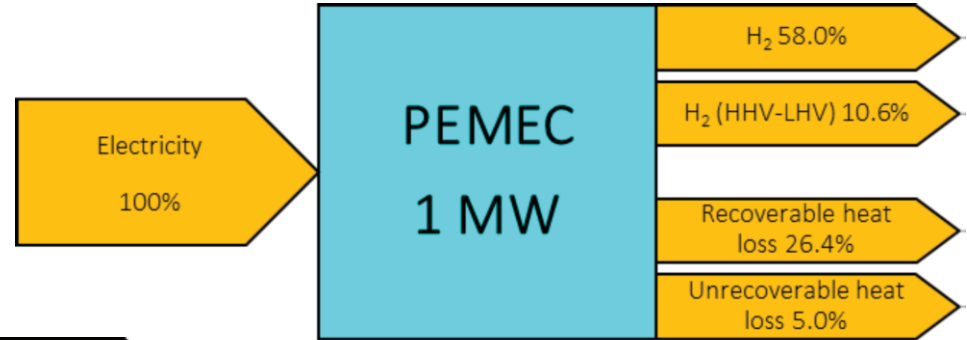
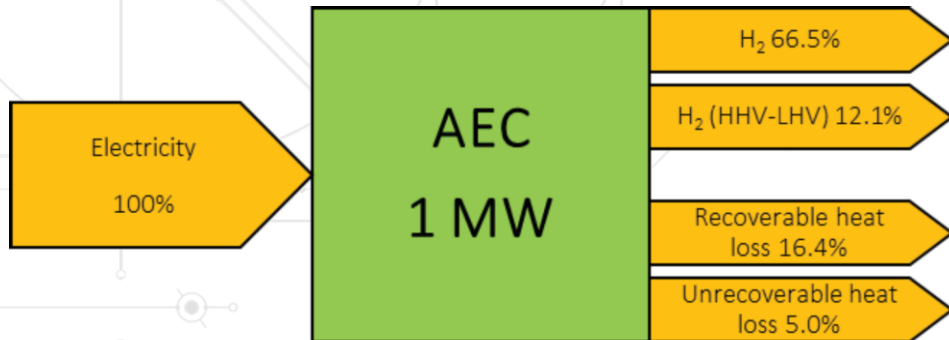
Produção descentralizada de H₂ Verde Valorização do Oxigénio Gerado

- A utilização de ar de combustão enriquecido em oxigénio numa série de aplicações industriais consumidoras intensivas de energia tem o potencial de **reduzir a quantidade de calor perdido para a atmosfera em cerca de dois terços.**
- Além disso, a utilização de oxigénio (subproduto) poderia contribuir para reduzir o consumo de energia elétrica consumida na produção de oxigénio por tecnologias de separação de ar, tais como a separação de ar criogénico e a absorção de oscilação de pressão (PSA).
- O oxigénio da produção de hidrogénio por eletrólise pode ser plenamente utilizado, o que contribuirá para a melhoria da eficiência energética de vários processos industriais e para a **redução da emissão de CO₂.**

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

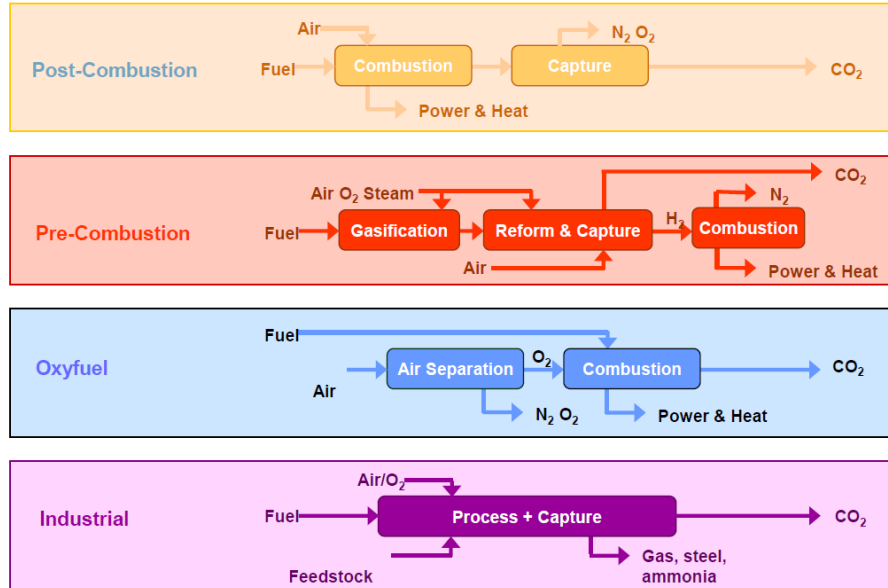
Produção descentralizada de H₂ Verde Recuperação de Calor Residual do processo de eletrólise

O calor residual é um fluxo de baixa temperatura (50 a 70°C)



06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

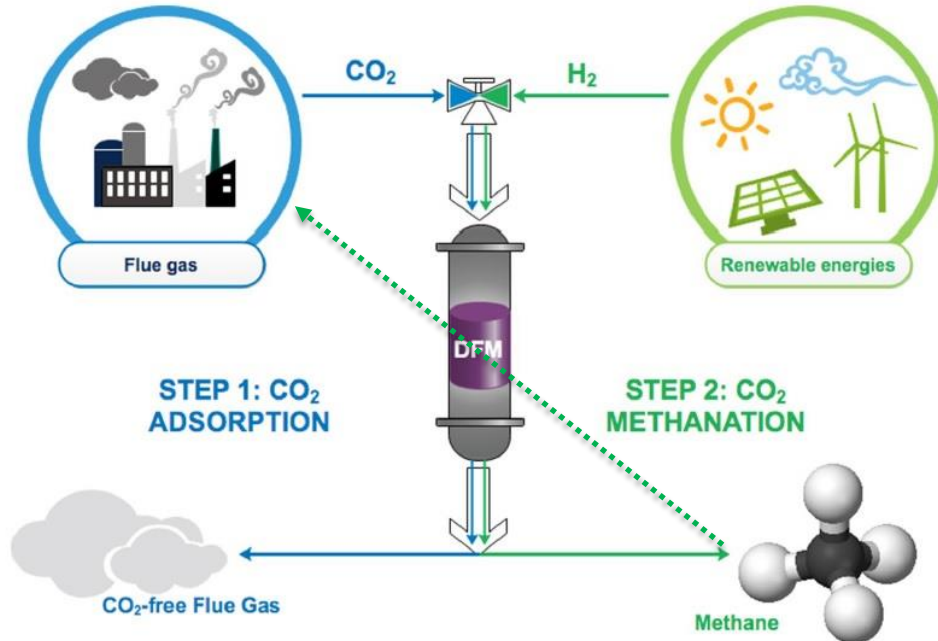
H₂ “Verde” e implementação de projetos de Captura de Carbono



- A **captura e armazenamento de carbono** é uma opção relevante na descarbonização do sistema energético.
- Atualmente a **captura e armazenamento de carbono** **não surgem economicamente custo-eficazes** à luz do conhecimento atual.
- Contudo, reconhecendo que estas são também áreas prioritárias de fomento à investigação e inovação a nível Europeu, este panorama poderá ser alterado, pelo que importará acompanhar o desenvolvimento destas tecnologias.

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

H₂ “Verde” e implementação de projetos de Captura de Carbono

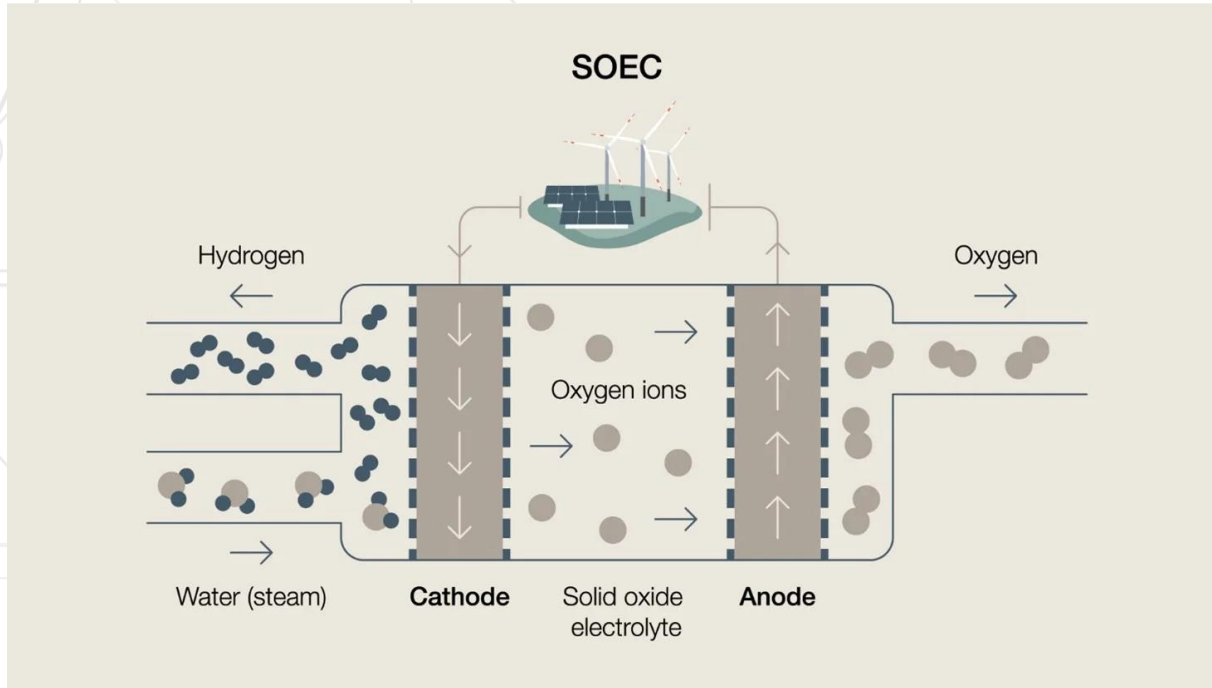


Foco em alguns subsetores:

- **Industria Cimenteira;**
- **Pasta do Papel;**
- **Cerâmica e Vidro.**

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

H₂ “Verde” e Recuperação de Calor Residual | SOEC



06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

H₂ “Verde” e Recuperação de Calor Residual | SOEC

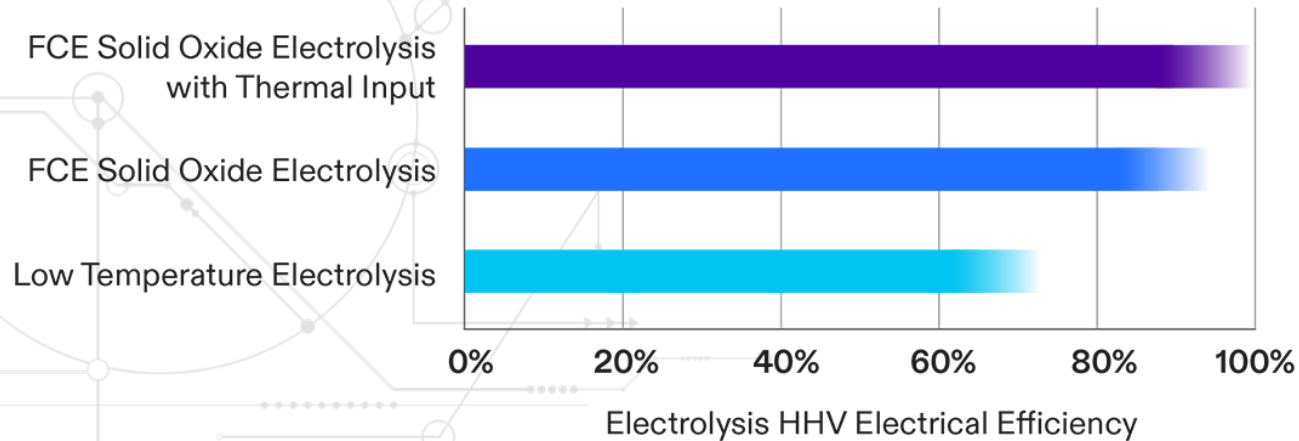
- As SOEC é uma tecnologia menos madura do que a eletrólise alcalina ou PEM;
- Um sistema SOEC produz hidrogénio através de uma membrana eletrolítica de óxido sólido cerâmico que transfere seletivamente iões de oxigénio carregados negativamente para o ânodo.
- O processo nas SOEC é realizado a temperaturas muito elevadas, tipicamente 700-1000°C, e o reaproveitamento de calor residual da indústria pode melhorar significativamente a eficiência, reduzindo a necessidade de energia elétrica.



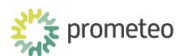
06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

H₂ “Verde” e Recuperação de Calor Residual | SOEC

Efficiency Advantage



H₂ “Verde” e “SHIP”



Green Hydrogen from Sunshine

Prometeo is a European Horizon 2020 project that aims to design, construct and test an innovative prototype to produce renewable hydrogen from solar power.

[Discover the prototype](#)

[PROJECT](#) [OBJECTIVES](#) [PROTOTYPE](#) [PUBLICATIONS](#) [TEAM](#) [NEWS](#)



06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

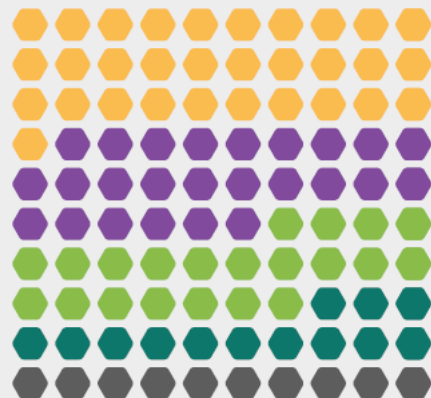


SOEC

FIGURE 22

Breakdown of planned electrolyser manufacturing capacity by technology type in Europe by 2030

53 GW



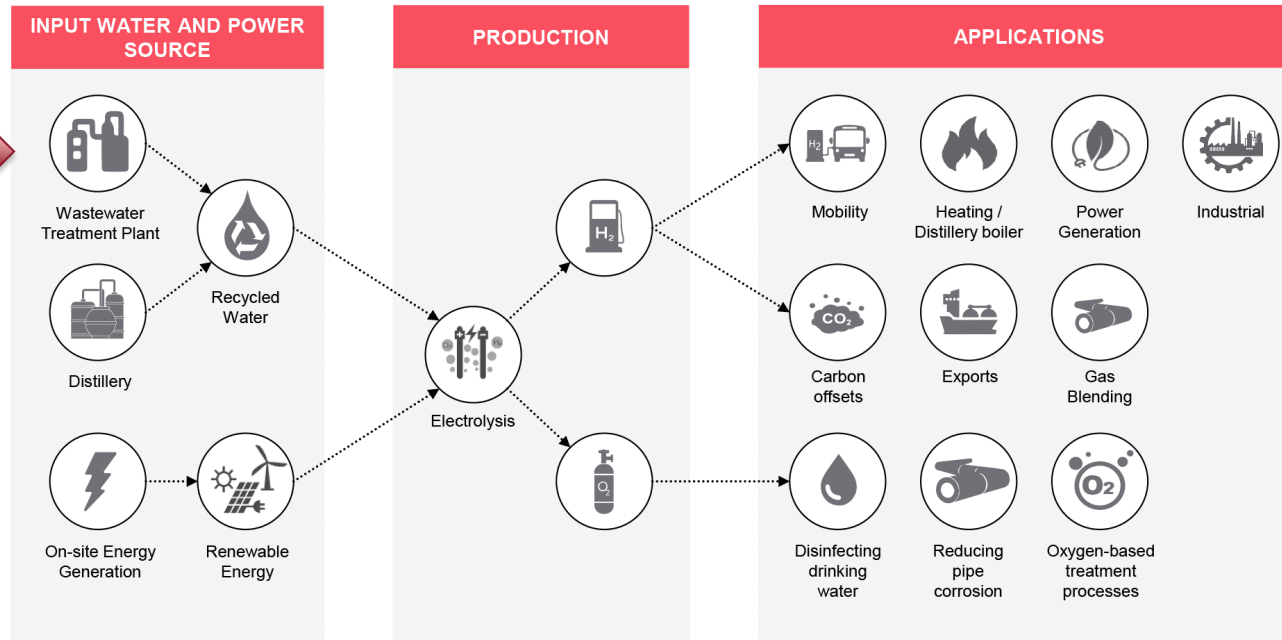
ALK	16.3 (31%)
PEM	13.2 (25%)
SO	11.1 (21%)
OTHER TECHNOLOGIES	7.3 (13%)
UNDISCLOSED	5.2 (10%)

Source: Hydrogen Europe.

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

H₂ “Verde” e Utilização de Águas de ETARi

EXHIBIT 3: Upcoming Pathways for Green Hydrogen



Source: FutureBridge Analysis

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Viabilidade Técnica e Económica | Instalações abrangidas pelo regime do Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE) no período 2021-2030



O regime CELE é o principal instrumento para assegurar o cumprimento do objetivo de uma redução de 40% dos gases com efeito de estufa no horizonte de 2030



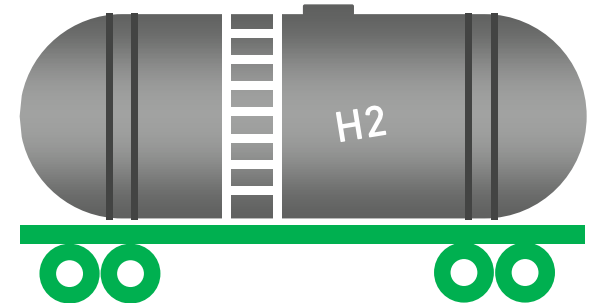
Tendo Portugal e a União Europeia estabelecido o compromisso para atingir a neutralidade carbónica até 2050, é inevitável novas implicações no Regime CELE



Em particular, a Concelho Europeu convida a Comissão a explorar formas de reforçar o sistema de comércio de licenças de emissão da UE (CELE).
(Dez20 EUROCID)



As Licenças de Emissão Europeia (EUA) terão que atingir o nível de preço que incentiva o uso de hidrogénio verde em vez de fontes alternativas de energia de combustíveis fósseis



06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Viabilidade Técnica e Económica | Instalações abrangidas pelo regime do Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE) no período 2021-2030



As licenças de emissão estão perto de chegar aos 100 €/ton CO₂



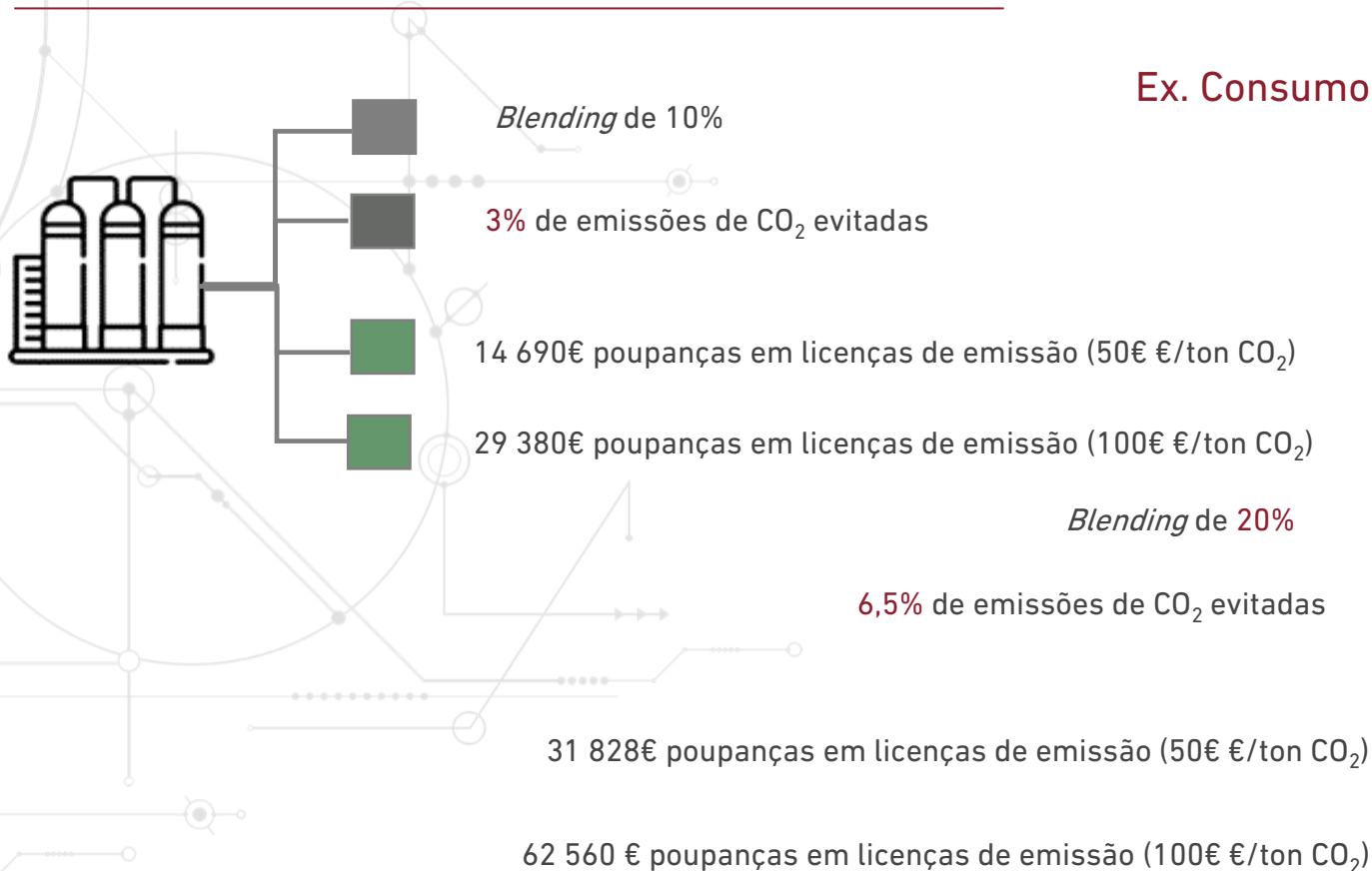
Prevê-se que até 2030, haja uma redução gradual das licenças CELE gratuitas



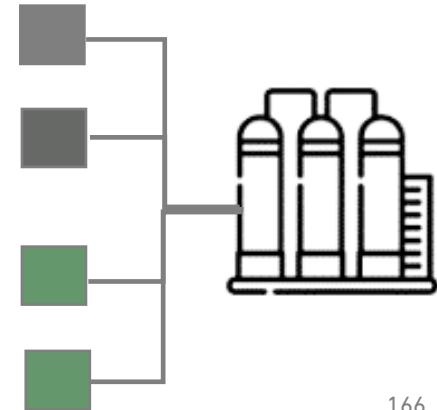
Pondera-se a adoção de medidas penalizadoras na utilização do gás natural, nomeadamente a aplicação gradual do Imposto sobre os produtos petrolíferos e energéticos sob o gás natural



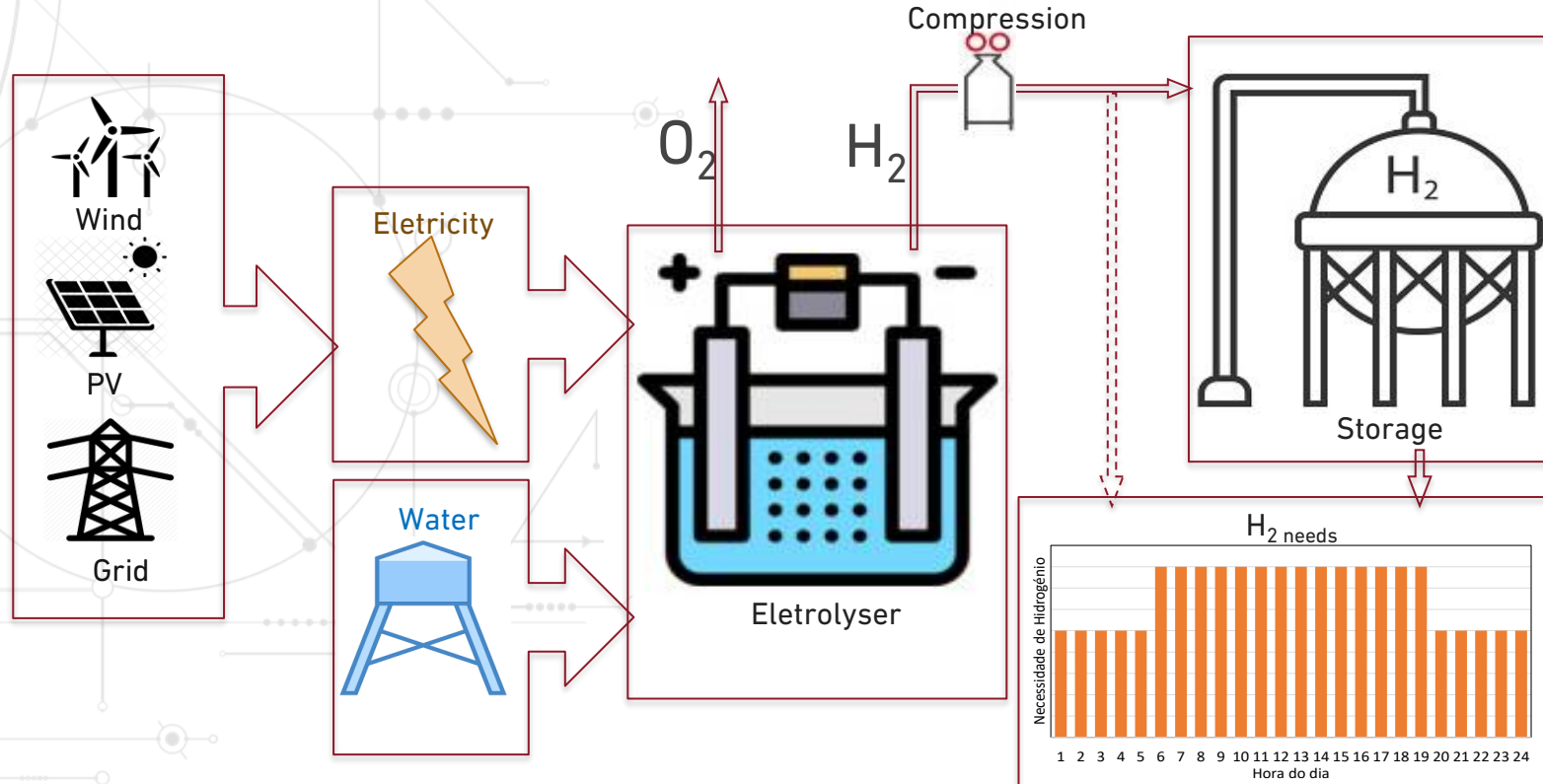
06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA



Ex. Consumo GN 4 500 kNm³/ano
Impacto na Indústria



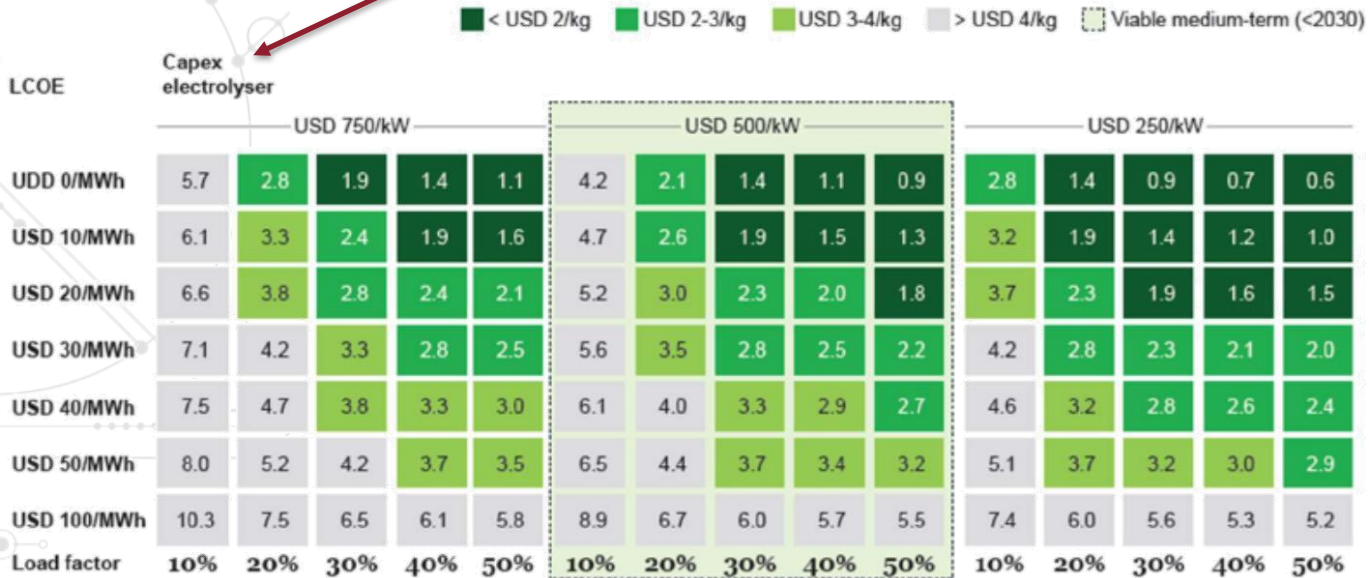
06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA



06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

H₂ verde – Viabilidade Económica

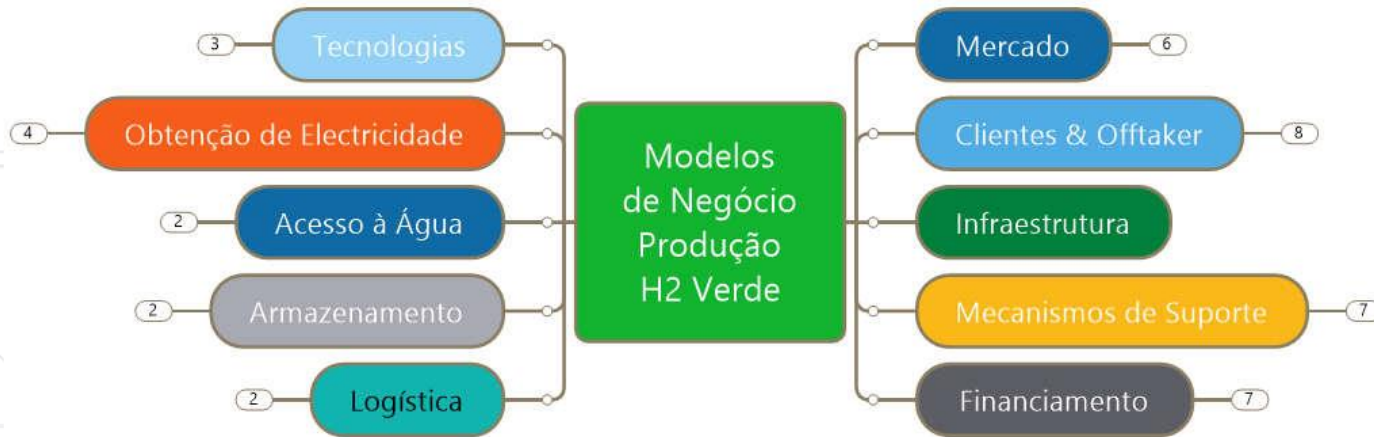
Cost of renewable hydrogen with varying LCOE and load factors
USD/kg H₂



SOURCE: McKinsey

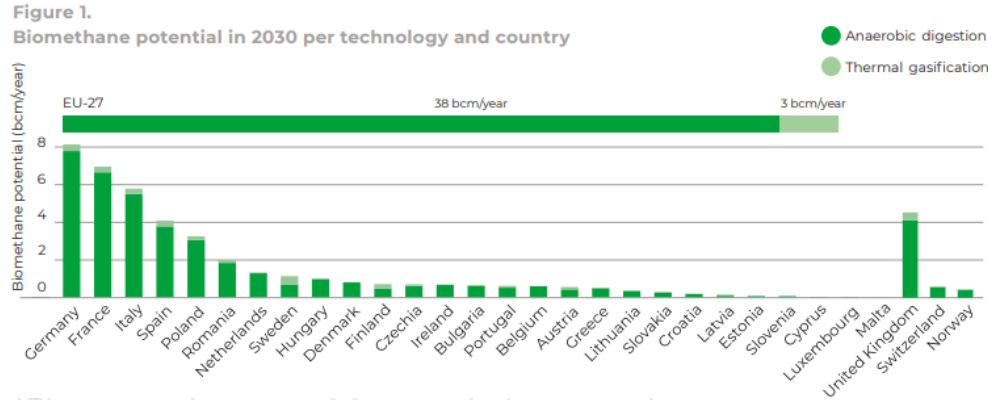
06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

H₂ verde – Viabilidade Económica

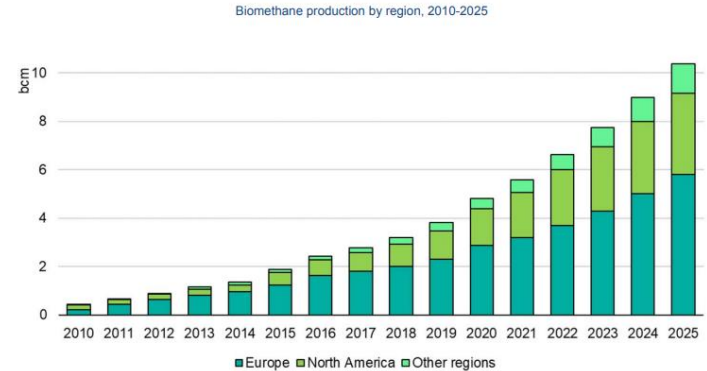


06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Biometano



Global biomethane production is expected to reach 10 bcm by 2025

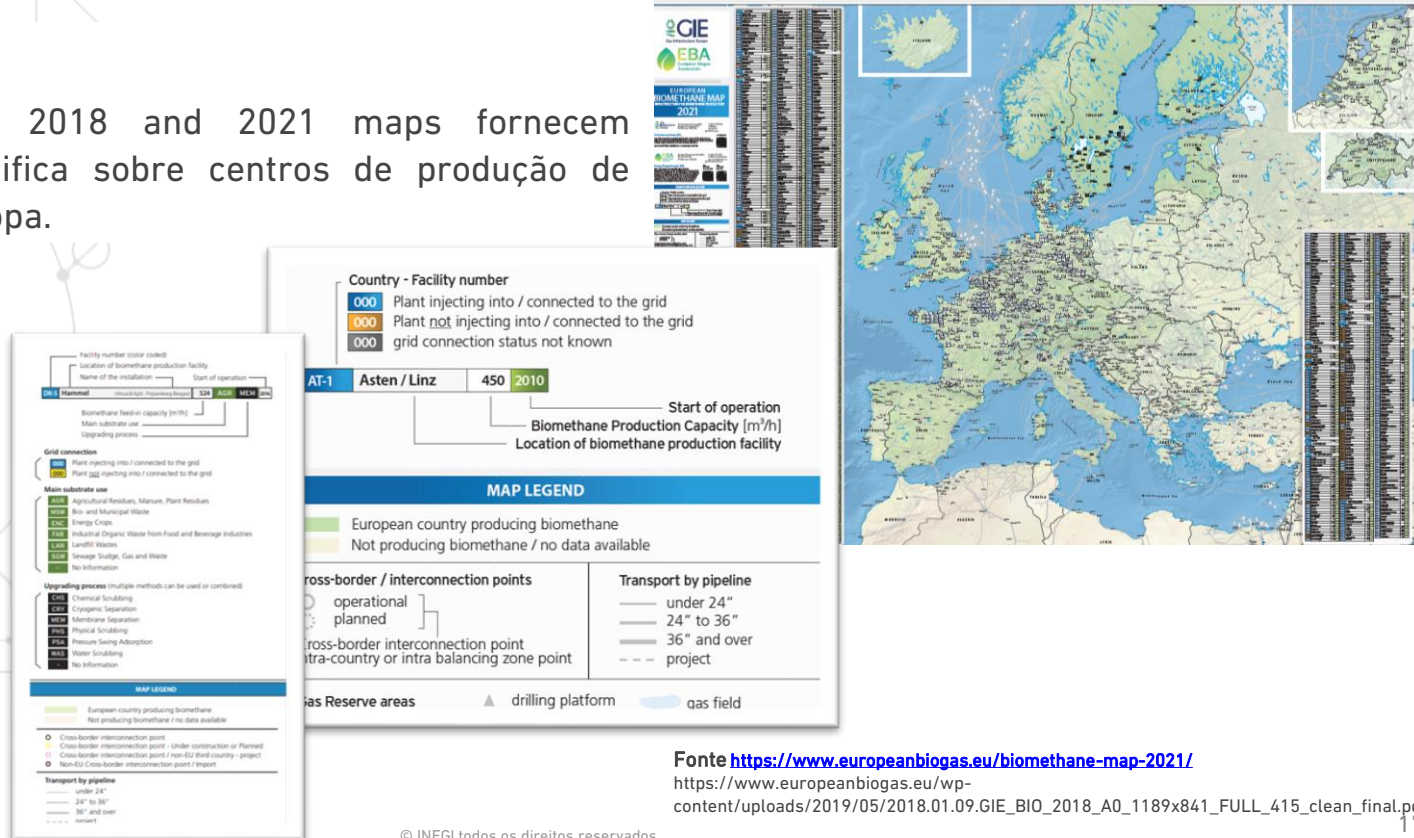


Sources: IEA analysis based on Argonne National Laboratory (2020), [Database of Renewable Natural Gas \(RNG\) Projects: 2020 Update](#); Biogas Partner (2021), [Biogaspartner Einspeisefähig Deutschland](#); Cedigaz (2021) [Global Biomethane Database](#); Energinet (2021), [Energi Data Service](#); GRDF (2021), [Production annuelle de biométhane par site d'injection](#)

IEA 2022. All rights reserved.

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

- EBA Biomethane 2018 and 2021 maps fornecem informação específica sobre centros de produção de biometano na Europa.

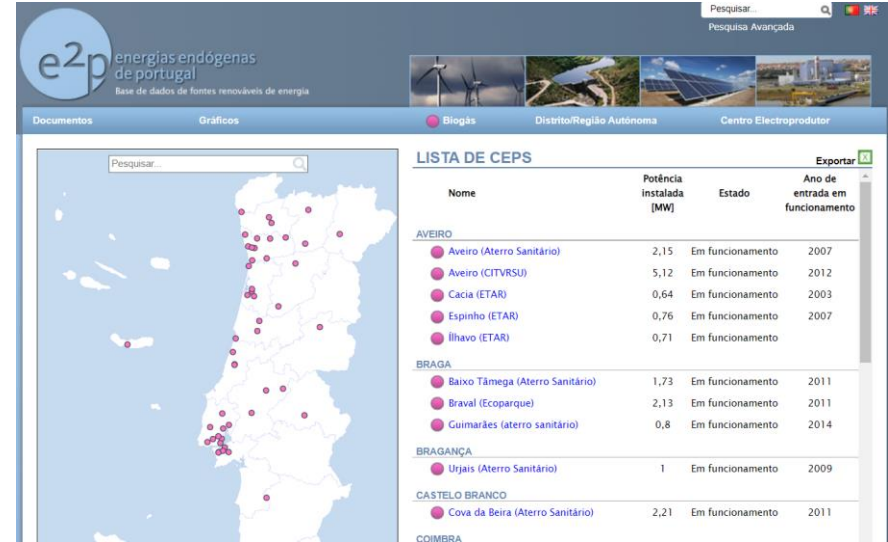


Fonte <https://www.europeanbiogas.eu/biomethane-map-2021/>

https://www.europeanbiogas.eu/wp-content/uploads/2019/05/2018.01.09.GIE_BIO_2018_A0_1189x841_FULL_415_clean_final.pdf

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

- Compilar informação relevante acerca de todos os centros electroprodutores com recurso a fontes renováveis de energia existentes em Portugal.
- Informa a distribuição geográfica e tecnologia associada
- APREN e INEGI



- Biogás
- Biomassa
- CSP
- Eólica
- Fotovoltaico
- Geotermia
- Grande Hídrica
- Ondas e Marés
- PCH
- RSU

Fonte: <https://e2p.inegi.up.pt/#Tec1>

06 | OS GASES RENOVÁVEIS E A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

[OUR DNA](#)[EBA NETWORK](#)[WHAT WE STAND FOR](#)[MEDIA CENTRE](#)[R&D](#)

Today, the price of biomethane can be 30% lower than the current natural gas pricing. Biomethane can be produced starting from €55/MWh, whereas natural gas costs around €80/MWh, without considering CO2 prices[1]. This renewable gas will likely remain cheaper than natural gas in the short and also in the long term. Whilst other renewable gases such as green hydrogen need time to scale up and are still 2-4 times more expensive, biomethane is available and scalable within the coming 8 years[2].

The rapid scale up of biomethane across Europe could provide at least 34 bcm of renewable gas by 2030 if underpinned by a supportive legislative framework. This represents approximately 10% of total EU gas demand by 2030. This potential is reflected in many recent reports from different sources, including the European Commission[3]. According to the EBA, if the growth trend continues, by 2050 the biomethane industry could cover 30-40% of the EU gas demand.

The deployment of biomethane made in Europe can help stabilize the current gas price increase related to disruptions of gas supply from third parties. There is an urgent need to reduce dependence on external gas suppliers, as the EU produces today less than 15% of its gas demand. The current conflict between Russia, Europe's biggest gas supplier[4], and Ukraine, could exacerbate the energy crisis due to a shortage of gas supplies. Soaring gas prices are having a direct impact on the energy bill of millions of EU households. This situation is forcing national governments across Europe to invest billions of euros into measures to protect consumers[5].



07 |

Conclusões e Debate

07 | Conclusões e Reflexões



07 | CONCLUSÕES E DEBATE

Em termos tecnológicos, a indústria pode atingir as metas de descarbonização através das seis estratégias complementares:

1. Melhoria da **eficiência energética**, por implementação de melhores tecnologias disponíveis nos processos industriais (com enfoque nos processos térmicos) **reduzindo desperdícios de calor e reutilização fluxos de calor residual**;
2. **Substituição dos combustíveis fósseis por combustíveis de baixo carbono** (promoção de utilização de **gás natural nas indústrias onde permanece o consumo de fuelóleo, nafta ou outros combustíveis mais poluentes** e que têm no gás natural uma alavanca de eficiência e descarbonização), por **biocombustíveis, eletricidade renovável e/ou por incorporação de gases renováveis como vetores energéticos**;
3. **Digitalização da indústria**, incluindo ferramentas novas de gestão dos consumos energéticos, promovendo a integração multi-vetor;
4. Alinhamento da indústria com os princípios da **Economia circular**;
5. Visão da indústria como um setor ativo no **sistema energético**.
6. Utilização de **tecnologia de captura, utilização e armazenamento de carbono (CCUS)**, quando a produção a montante ainda não é neutra em relação ao carbono.

07 | CONCLUSÕES E DEBATE

Financiamento



Descarbonização como fator de Competitividade!!

↓
Diminuição de custos operacionais↓
Produtos de Baixo Carbono↓
Internacionalização↓
Indústria Nacional como fornecedora de soluções tecnológicas para Descarbonização

Ricardo Barbosa

rbarbosa@inegi.up.pt

INSTITUTO DE CIÊNCIA E INOVAÇÃO EM
ENGENHARIA MECÂNICA E ENGENHARIA INDUSTRIAL

www.inegi.up.pt

