

distribuição
gás natural



Transição Energética

**Cenários e desafios para a
distribuição**

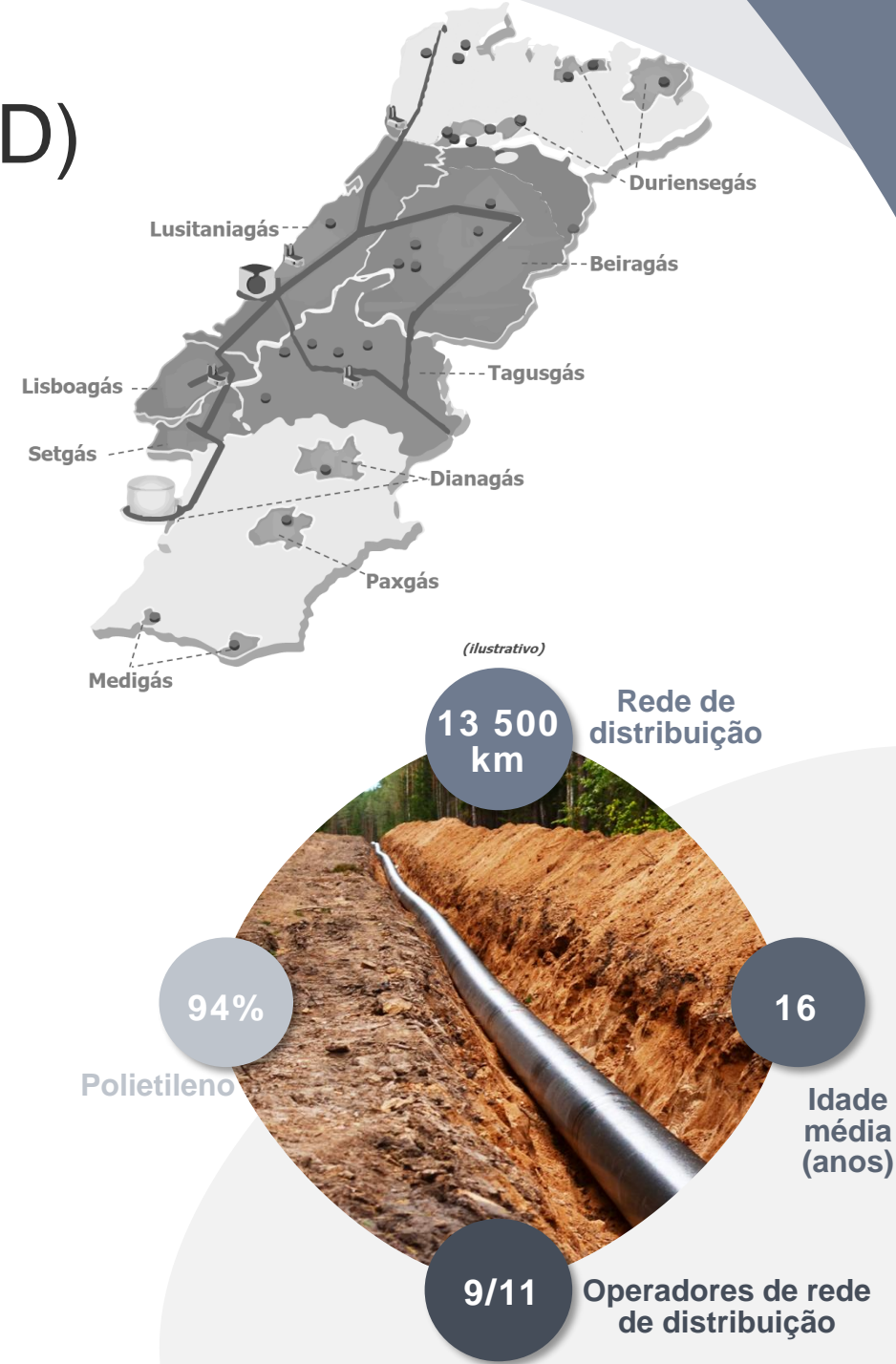
Gabriel Sousa - GGND

6 de junho de 2022

A Galp Gás Natural Distribuição (GGND)

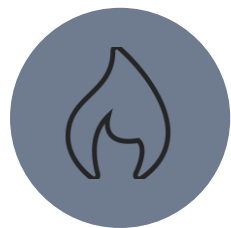
O papel da GGND nas infraestruturas

- A Galp Gás Natural Distribuição (GGND) é o maior operador da rede de distribuição de gás em Portugal, em processo de refundação depois da recente alteração da estrutura acionista, em 2021.
- Mais de **13 mil km** e a presença em **102 concelhos** de norte a sul do país, através da participação em **9 distribuidoras** de gás, totalizando cerca de **400 colaboradores**.
- A GGND gere as empresas concessionárias e licenciadas, assegurando as mesmas condições e **acesso igualitário ao mercado**, a todos os consumidores e a todos os comercializadores, sendo responsável pelo abastecimento a **mais de 1 milhão de Clientes** e pela distribuição de **18,1TWh** de gás natural por ano.
- A GGND representa cerca de **70% da atividade de distribuição** de gás em Portugal e contribui para a **coesão territorial** fazendo chegar a rede de gás a consumidores no interior e litoral do país, assegurando a **livre escolha de vetor energético** aos consumidores, bem como, a **aceleração da descarbonização** através da utilização de gases



O contexto energético nacional

A relevância do Gás na segurança de abastecimento



Gás Natural

63.8 TWh foi o consumo de gás natural no ano de 2021

- Dos quais:
 - **22.3 TWh** foram utilizados no **sistema eletroprodutor**
 - **41.5 TWh** no **mercado convencional**.



Eletricidade

49.5 TWh foi o consumo de eletricidade no ano de 2021

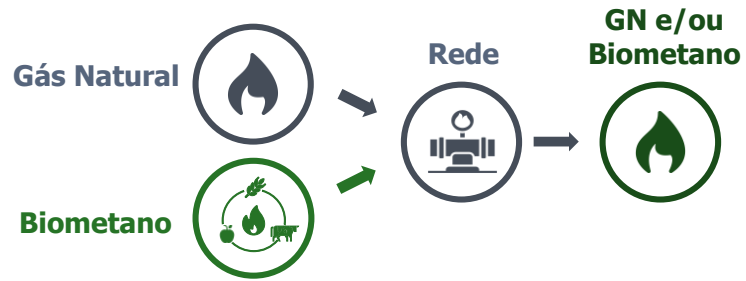
- Do qual, **29%** foi energia produzida **através do consumo de gás natural**.
- A contribuição do gás natural distribuiu-se entre as **centrais de ciclo combinado (CCGT)** e **cogeração**.



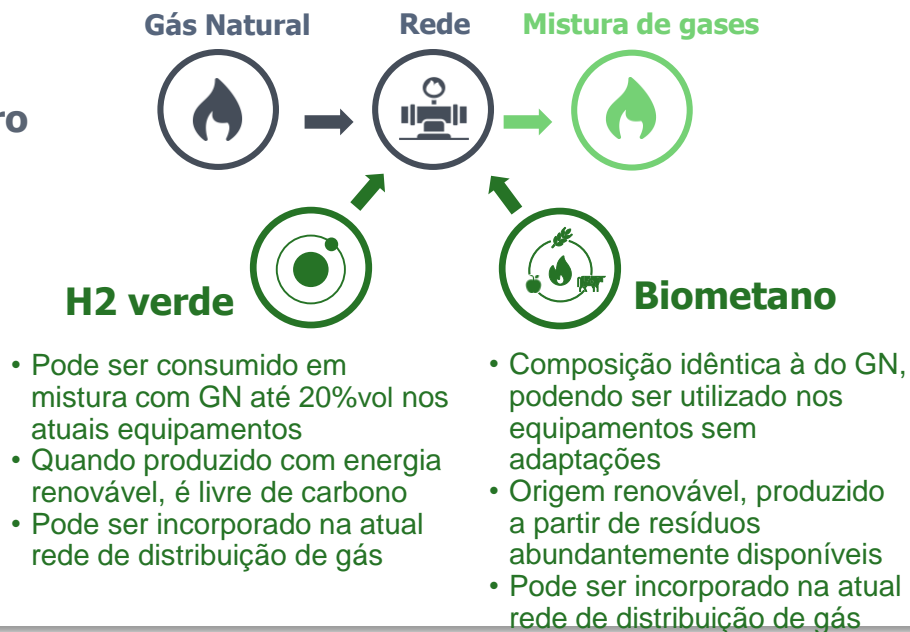
Descarbonização das infraestruturas de gás

Contexto Europeu

Modelo atual



Modelo futuro



Uma Realidade cada vez mais Urgente

Num contexto de crise energética, nunca foi tão importante a aposta em energias endógenas com forte potencial de descarbonização e que assegurem a flexibilidade, resiliência e segurança no fornecimento energético!

Descarbonização das infraestruturas de gás

Contexto Europeu: REPowerEU



Em resposta à atual crise, a Comissão Europeia apresentou a 8 de março e a 18 de maio, o plano REPowerEU com o objetivo de reduzir a dependência da UE do gás russo em 2/3 antes do final de 2022, tornar-se totalmente independente de todos os combustíveis fósseis vindos daquele país antes de 2030 e manter a ambição para fazer face à crise climática.

As medidas deste plano incluem:



Duplicar a ambição da UE para 35 bcm de produção anual de biometano até 2030, em particular a partir de resíduos e resíduos agrícolas.



Descarbonizar a indústria acelerando a mudança para a eletrificação e hidrogénio renovável, aumentando a capacidade de processos produtivos de baixo carbono.



Acelerar o H2 ao desenvolver infraestruturas, armazenamento e portos

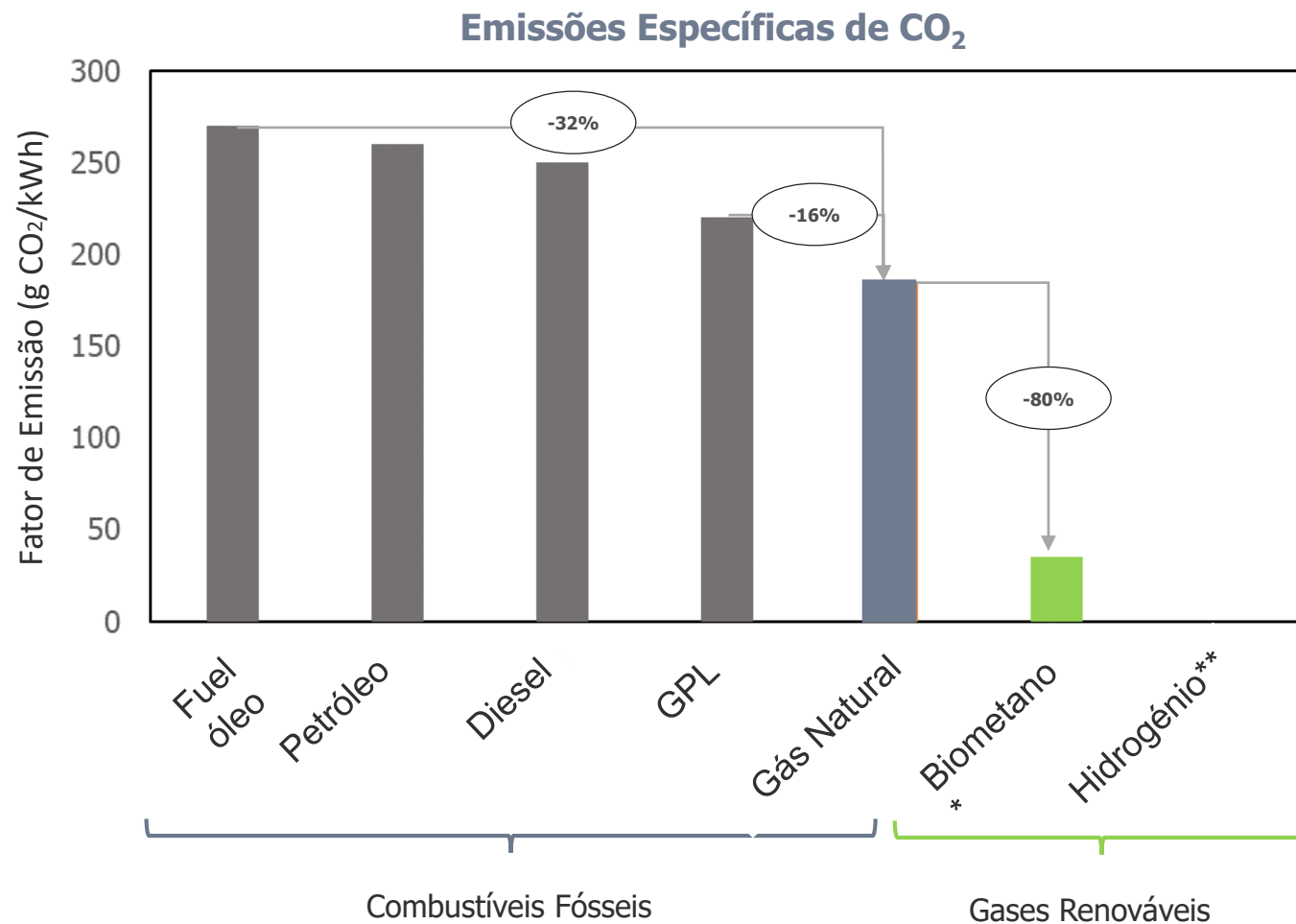
- substituir o consumo de gás russo com mais 10 Mt de H2 renovável importado e 10 Mt de H2 renovável doméstico

“ Temos de nos tornar independentes do petróleo, carvão e gás russos. Quanto mais rápido mudarmos para energias renováveis e hidrogénio, combinados com maior eficiência energética, mais rápido seremos verdadeiramente independentes. ”

Ursula von der Leyen, Presidente da CE,
antes da Cimeira de Versalhes
11 de março, 2022

Descarbonização das infraestruturas de gás

Sustentabilidade Ambiental



Biometano

* O fator de emissões do biometano depende da matéria-prima e do processo de produção. Foi considerado um fator de emissão médio.



Hidrogénio

** O fator de emissão do H₂ depende diretamente do fator de emissão da eletricidade utilizada para a sua produção. Não produz emissões de CO₂ na sua utilização.

Fontes: Engineering ToolBox, (2009). Combustion of Fuels - Carbon Dioxide Emission; GGND - Portuguese average Natural Gas Composition; BioSurf (2016)



O papel dos distribuidores de gás na Europa

Projeto Ready4H2



- Projeto que visa **combinar a experiência em H2** das Empresas Europeias de Distribuição de Gás
- Durante décadas, os ORD forneceram uma **distribuição de energia eficaz e segura** e adquiriram amplo conhecimento que muito pode contribuir para a transformação da infraestrutura energética

90

ORD de gás

17

Países europeus

1

Objetivo comum

- | | | |
|-------------|------------|--------------|
| • Áustria | • Alemanha | • Eslováquia |
| • Bélgica | • Grécia | • Espanha |
| • R. Checa | • Irlanda | • Suécia |
| • Dinamarca | • Itália | • Ucrânia |
| • França | • Portugal | • Suíça |
| • Polónia | • Israel | |

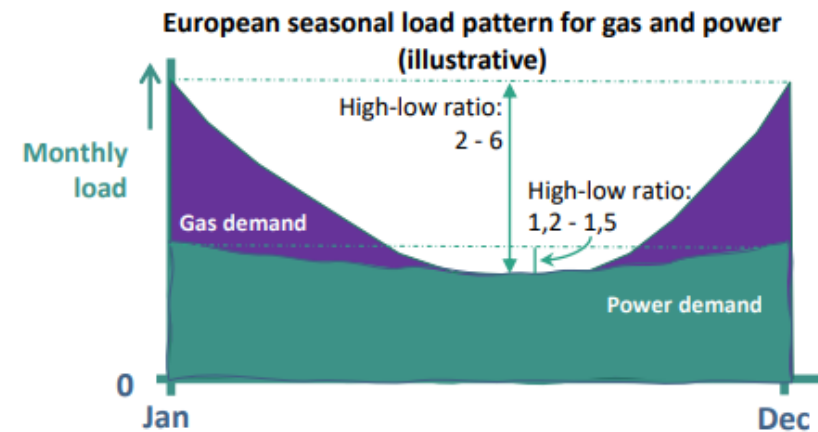
Principais conclusões do Relatório #2:

1. O **consumo de gás reflete forte variação sazonal**, com a média mensal a flutuar entre o verão e o inverno por um fator de 2 a 6; No entanto, o pico de **consumo de eletricidade** no inverno é apenas 1,2-1,5x maior do que no verão.
2. A **infraestrutura de gás** local está projetada para **assegurar um fornecimento de energia seguro, confiável e flexível**, mesmo durante os invernos mais frios; A infraestrutura de eletricidade lida com um consumo mais estável ao longo do ano. Seriam portanto exigidos **adicionais desafios e avultados investimentos com a eletrificação de todo o setor abastecido pelo gás.**

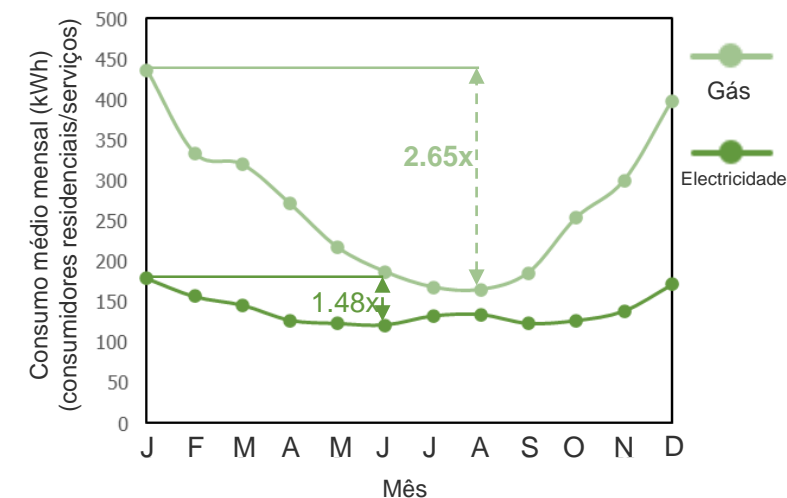
A atual infraestrutura de gás pode responder ao pico de procura de H2 e bioCH4 para milhões de consumidores, tornando-se um pilar fundamental para a integração do setor.



Contexto Europeu:



Contexto Nacional (GGND)



A rede de distribuição de gás em Portugal

Uma Infraestrutura Para o Futuro

- ↘ A rede de distribuição de gás operada pela **GGND** está preparada para a **transição energética** e para a introdução de gases renováveis



Uma **infraestrutura de gás recente**, com **16 anos** em média, maioritariamente construída em **polietileno (94%)**, um material **preparado para os gases renováveis**.



As **redes de distribuição servem a maioria dos clientes industriais e de serviços**, o que torna os ORD nos parceiros de confiança para fazer chegar os gases renováveis a estes consumidores.



O **know-how das operações** assegura que a introdução do biometano e do hidrogénio será feita de forma eficaz e segura.



Uma **infraestrutura extensa**, com mais de **13 500 km**, capaz de servir comunidades em todo o país potenciando uma maior incorporação de energia renovável no consumo.



Uma infraestrutura que tem o **gás natural no currículo**, mas que está **preparada para receber os gases do futuro!**



A rede de distribuição de gás em Portugal

Contribuição para a Indústria Nacional que representa 80% do consumo

A rede de gás tem um papel chave ao fazer chegar energia a indústrias com elevadas necessidades térmicas e com alto valor acrescentado na economia nacional, com um contributo chave para as



Destaca-se o papel de relevo, entre outros, nos setores:



Cerâmica

Os processos na indústria cerâmica envolvem temperaturas entre 800 e 1500 °C, sendo o **gás natural um dos combustíveis mais utilizados** para este efeito, com uma contribuição de **69%** em 2020.

Em 2020, as **exportações** de produtos cerâmicos **ascenderam a 662 M€**, com uma **contribuição positiva de 474.5 M€** para a **balança comercial** portuguesa.



Vidro

A energia térmica associada aos processos da indústria do vidro faz do **gás natural um combustível essencial** no setor, sendo este o mais utilizado com **81%** do consumo em 2020.

Este setor tem um forte **contributo nas exportações nacionais** e é responsável por um grande número de **postos de trabalho qualificados**.



Metalomecânica

Representa **26% do volume de negócios da indústria transformadora** em Portugal.

O **gás natural satisfaz 23% das necessidades energéticas** deste setor, nomeadamente em estufas/processos de secagem, fornos e banhos de tratamento.



A rede de distribuição de gás em Portugal

Combate à Pobreza Energética



Vetor de eficiência face a outros combustíveis (GPL, Diesel, etc)

- **Menores emissões de CO₂** em pelo menos 16%, reduzidas com a injeção de gases renováveis na rede: os **consumidores descarbonizam de forma passiva**.
- A substituição do GPL (e outros combustíveis) por gás de rede pode ser feita de forma económica e sem necessidade de alterações significativas, oferecendo assim às famílias uma **energia mais sustentável, mais segura e mais barata**.
- Com a introdução de gases renováveis, os **consumidores vão descarbonizar de forma contínua**.



Aliado no combate à pobreza energética

- **Foco** do combate à pobreza energética na **renovação do edificado**.
- Garantir **níveis de conforto térmico adequados**, deixando ao consumidor a **liberdade de escolha** no vetor energético utilizado.
- O gás de rede, enquanto energia segura, sustentável e económica, que chega já hoje a **1.6 milhões de famílias**, satisfazendo as suas necessidades energéticas.



2.25 milhões de alojamentos ainda dependem do **GPL de garrafa¹**, uma alternativa **poluente, ineficiente e pouco segura**.

17.5% dos portugueses reportam **não conseguir manter a sua casa** suficientemente **quente²**.



81.2% do aquecimento ambiente é feito com recurso a **biomassa¹**, uma solução que **não garante** um nível de **conforto térmico** adequado e com elevadas

Apenas **9% dos alojamentos** residenciais são **emissões** **muito eficientes** (A ou A+), com **65% do edificado** construído até **1990³**.



O gás de rede é uma solução **segura, eficiente, sustentável e competitiva** que **em conjunto com a onda de renovação** e com a **adoção de gases renováveis**, permitirá um **combate eficaz à pobreza energética** e também promover a **descarbonização**.





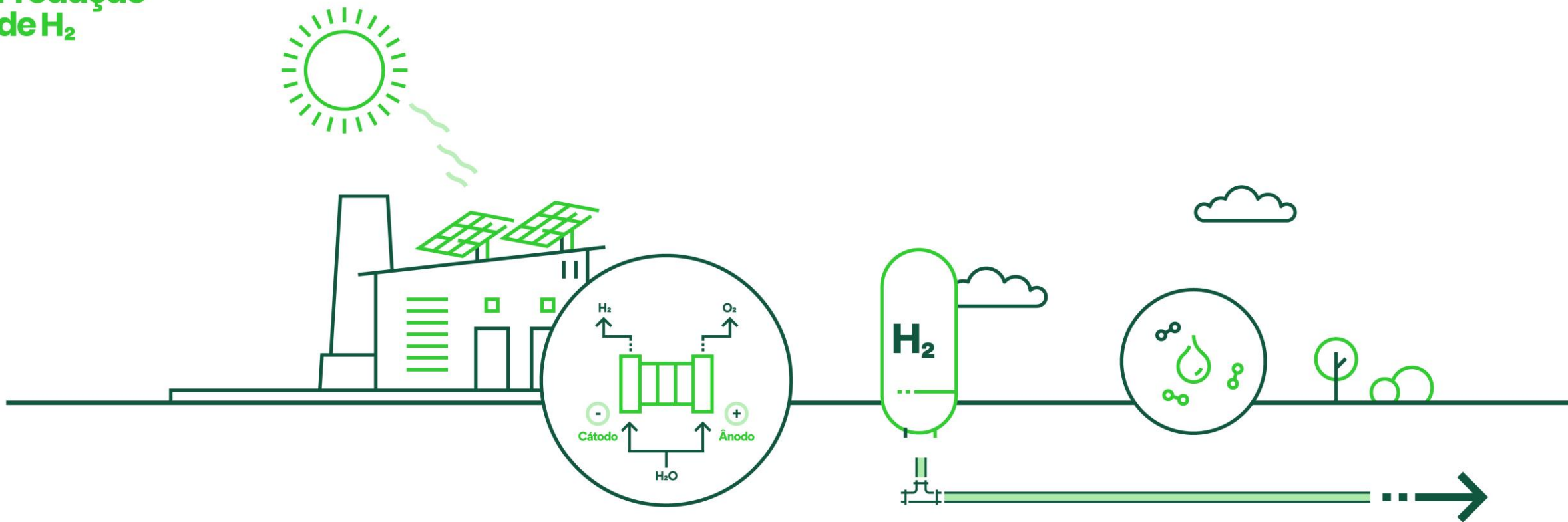
**GREEN
PIPELINE
PROJECT**
A energia natural do Hidrogénio.

- 01) 1º Projeto em Portugal com injeção de Hidrogénio na Rede de Gás
- 02) Pioneirismo, Inovação e Compromisso com a Descarbonização
- 03) Início de uma nova era no Sistema Energético Nacional

GREEN PIPELINE Seixal.

A energia natural do Hidrogénio.

Produção de H₂



01.
Painéis
Painéis FV: 25 kW
Baterias: 34 kW

02.
Eletrolisador
Electrolisador Alcalino
Potência: 57 kW
Consumo: 5,9kWh/Nm³H₂
Pureza (H₂): 99%

03.
Armazenamento
Capacidade
12 m³ @10 bar

04.
Odorização

100% H₂
1400 m



Estação de mistura e injeção



01.

Misturador estático

02.

Calorímetro
(controlo PCS)

03.

Monitorização SCADA

- Pressão na linha H₂
- Caudal GN e H₂
- Setpoint rácio H₂/GN
- PCS, Índice Wobbe e Densidade da mistura





Rede de
distribuição
de Gás Natural
em mistura
com o H₂



Mistura GN / H₂ →
Tubagem existente

Clientes Finais

Residenciais

70

Comerciais / Serviços

9

Industriais

3

Desafios para a distribuição de gás

- Acelerar a **descarbonização das redes de gás**, promovendo a injeção de gases renováveis, nomeadamente, **biometano e hidrogénio**.
- **Digitalização** do sistema para monitorização e controlo da utilização de **diferentes qualidades de gás**.
- Promover um **quadro legal e regulatório** que acelere e democratize o desenvolvimento de **moléculas renováveis**, como ocorreu para o desenvolvimento de **eletrões renováveis**.
- **Integração de sistemas** energéticos (eletricidade e gás), com a identificação e implementação de soluções adequadas a cada **comunidade de produtores e consumidores** e com a garantia de **diversificação de soluções**, para minimizar riscos de dependência.



distribuição
gás natural



Anexos

A Relevância dos Gases Renováveis

Foco no Hidrogénio

Potencial para a Descarbonização da Economia Nacional



Elevada capacidade instalada renovável

Em 2019, Portugal registou 30,6% de quota de energias renováveis no consumo energético, cerca de 11pp acima da média EU27 (19,7%)



Elevada disponibilidade anual de radiação solar

A nível europeu, Portugal é o país que apresenta a radiação solar mais intensa — entre 1 500 e 1 900 kWh/m²



Produção renovável competitiva

Leilão solar realizado em 2020 alcançou 11,14 €/MWh, ultrapassando o recorde mundial batido em 2019 (14,76€/MWh). Já em 2022, leilão apresenta lote com novo recorde: -4,13€/MWh.



Elevada produção de resíduos municipais

Potencial produtivo de biometano através de resíduos municipais é de 5 585 GWh/ano (21,3% do volume distribuído pelos ORDs de gás)



Infraestrutura de distribuição de gás disponível para receber gases renováveis



Se substituirmos 3% de gás natural por hidrogénio (a intenção é injetar muito mais) pouparemos 600M€ na nossa balança comercial em 10 anos



João Pedro Matos Fernandes, Ministro do Ambiente e da Ação Climática @ Eco – Economia Online (dezembro, 2020)



Os gases renováveis “ainda vão ter de traçar um caminho mais ou menos longo para se imporem ao gás natural (...) Será o próprio gás natural e as suas infraestrutura de rede que vão acabar por viabilizar, em misturas cada vez mais ricas, a penetração do hidrogénio e do biometano”.



João Bernardo, Diretor Geral da DGEG @ Negócios e Empresas (fevereiro, 2022)

A Relevância dos Gases Renováveis

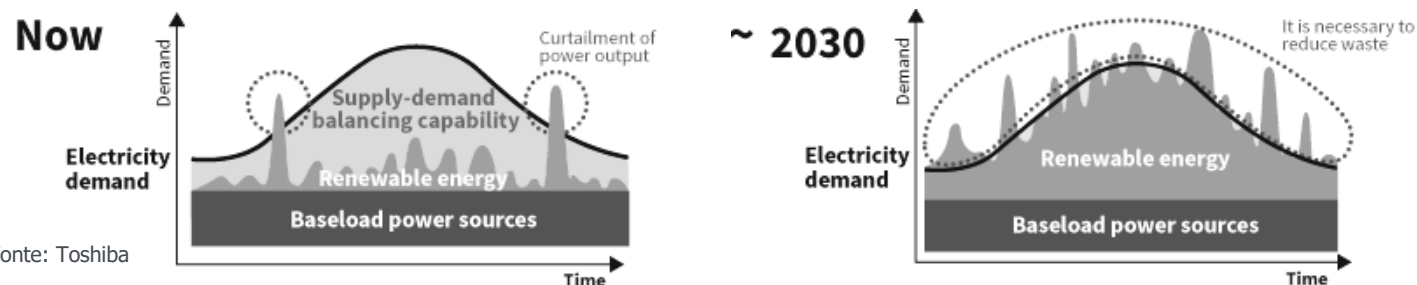
Foco no Hidrogénio

Sector Coupling como forma de Criação de Valor Local

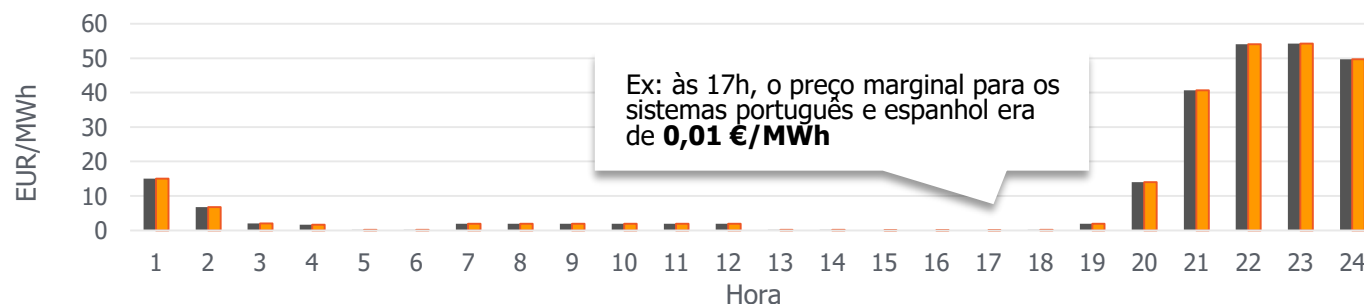


Cadeia de valor Power-to-Gas

Uso do excedente de energia elétrica de origem renovável em períodos de excesso de oferta para produção de hidrogénio verde, permitindo o uso de eletricidade a preços muito baixos (ou até negativos), evitando cortes de produção (“curtailment”).



Caso de estudo: Preço horário do mercado diário (09/05/21) dos sistemas elétricos português e espanhol



Fonte: OMIE

■ Preços marginais sistema espanhol

■ Preços marginais sistema português

News

100MW Green Hydrogen Project to Decarbonise Value Chain of Major European Ceramic Cluster

Iberdrola e Porcelanosa juntas por uma produção de cerâmica mais verde

GFAM ABRIL 29, 2021 NOTÍCIAS



Business

Italy's Snam in world first with test of 30% gas-hydrogen blend in steel forging

‘Green hydrogen is now competitive with fossil fuels’ | ArcelorMittal among off-takers at massive 7.4GW project in Spain

HyDeal España, the first part of the 67GW HyDeal Ambition plan, will produce renewable H2 from 9.5GW of solar power and create an industrial hub to decarbonise steel, fertiliser and other products



A Relevância dos Gases Renováveis

Foco no Biometano

Mobilizador de Inovação, Competitividade e Descarbonização



- Pode ser produzido a partir de resíduos urbanos, rurais e industriais, facilitando a **injeção descentralizada**



- Rede de gás pode atuar como **sistema de armazenamento**, dada a sazonalidade de alguns resíduos agroalimentares



- Tendência exponencial a nível europeu para injeção de biometano nas redes de gás – uma **atividade bastante madura** e com crescentes mecanismos de apoio promovidos pela UE



- Fomenta a **economia circular**, dado que é produzido a partir de resíduos, transformando-os num produto com valor acrescentado. Também os subprodutos do processo de produção podem ser valorizados (digerido e CO₂), constituindo uma **fonte de receita adicional** para os produtores;



- Promove a **agricultura sustentável**, ao dinamizar zonas rurais e criar novos modelos de negócio, tornando-o num setor mais custo-competitivo;

- Contribuição para a mitigação da degradação ao ar livre de resíduos orgânicos, evitando a libertação direta de GEE para a atmosfera e para a **minimização da eutrofização das águas**.

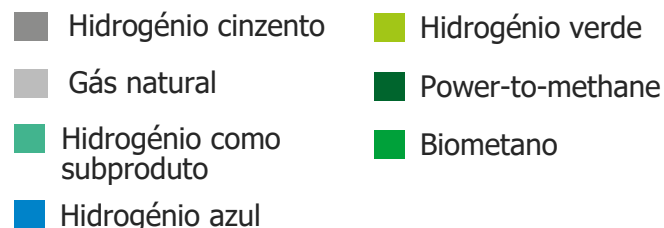
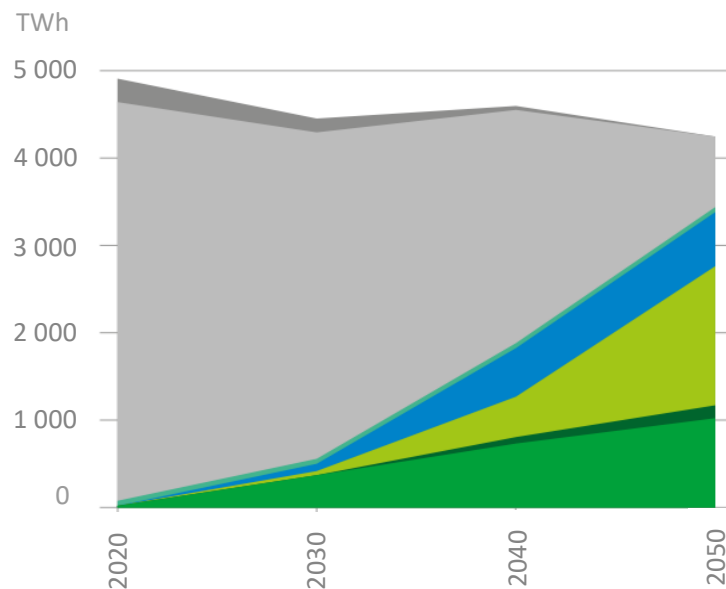




A Relevância dos Gases Renováveis

Foco no Biometano

Perspetiva de consumo de gás a nível europeu *



- Biometano pode colmatar até 30-40% do consumo de gás da União Europeia em 2050, com uma produção estimada superior a 1 000 TWh;
- Número de centrais de biometano com **aumento exponencial** – em 2021, a Europa já tinha mais 40% centrais do que em 2020;
- A rápida implementação de tecnologias de biometano acelerará a descarbonização da UE. Ainda assim, é necessário **apoio legislativo e regulatório** relevante nos próximos anos para que todo o potencial de produção seja valorizado.

UE, 2020 (biogás + bioCH4)

191 TWh

4,6% bioCH4 no consumo de gás

210 mil postos de trabalho

UE, 2050 (biogás + bioCH4)

> 1 000 TWh

30 – 40% bioCH4 no consumo de gás

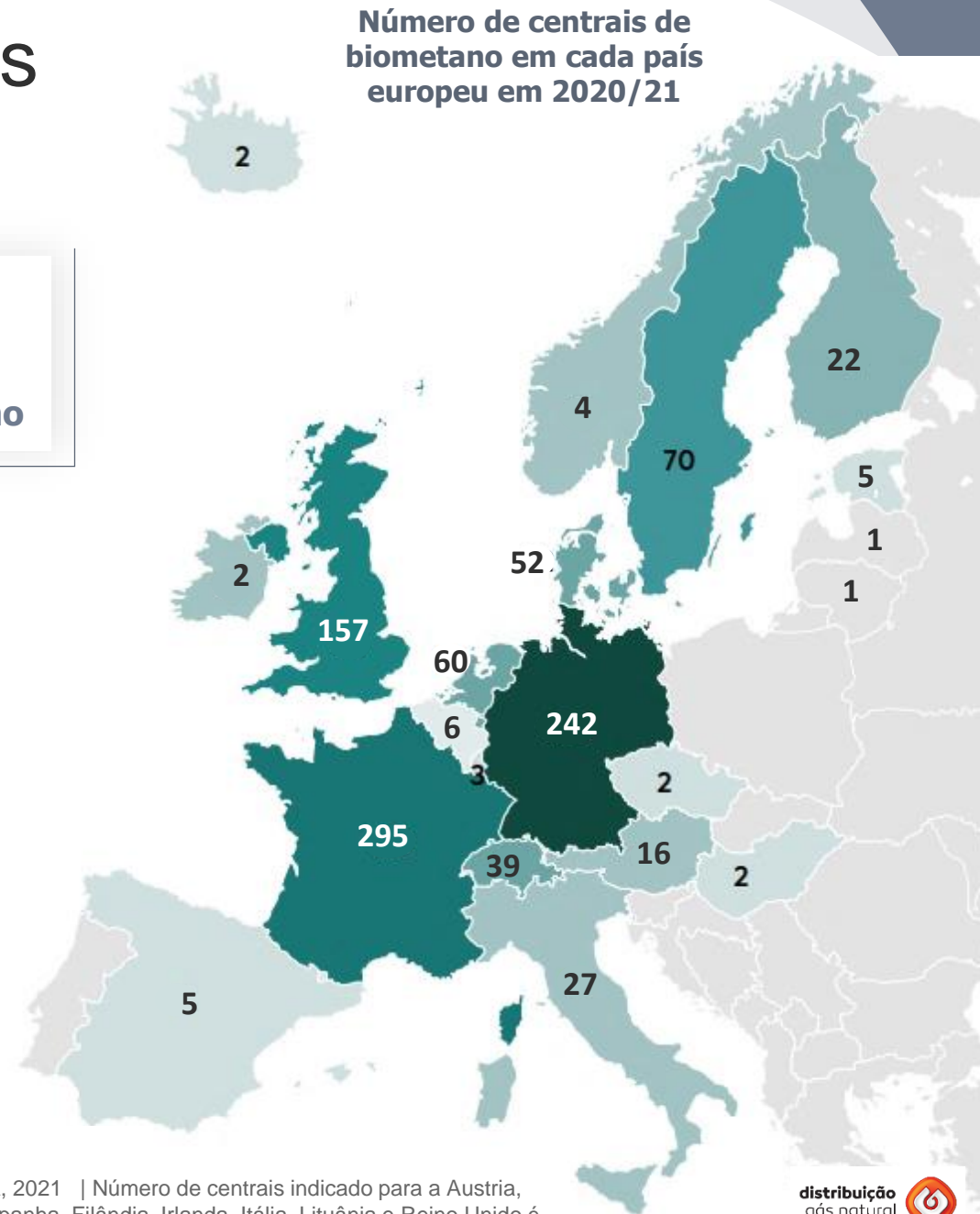
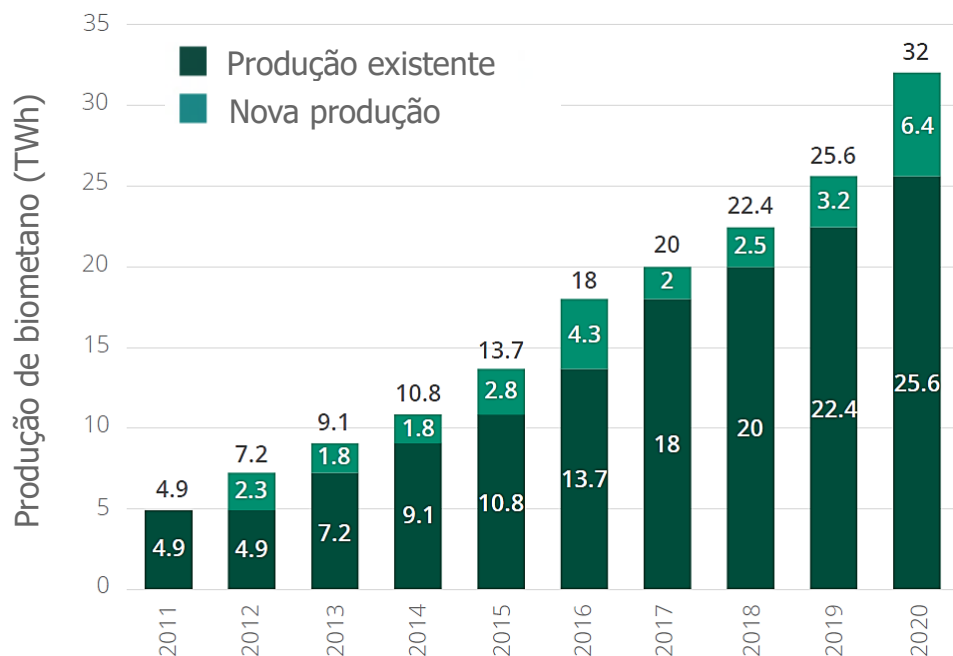
1 M postos de trabalho

A Relevância dos Gases Renováveis

Foco no Biometano

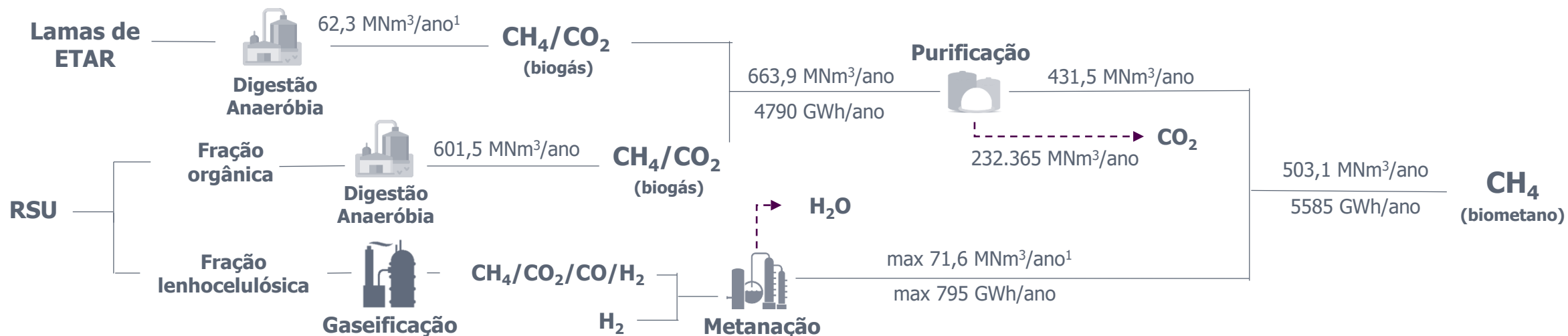
Em 2020, 880 centrais europeias produziram 32 TWh de biometano.
Em 2021, o número de centrais aumentou para 1023!

Portugal é o único país da Europa ocidental sem injeção de biometano



A Relevância dos Gases Renováveis

Foco no Biometano: Avaliação do Potencial Nacional (LNEG, 2015)

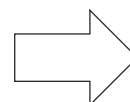


Consumo de gás natural em Portugal²: 63 591 GWh/ano

Gás natural distribuído pelos ORD²: 26 218 GWh/ano

Potencial de biometano com origem municipal:

- **8,7%** do consumo de gás natural
- **21,3%** do gás natural distribuído pelos ORD



Neste cenário, Portugal valorizaria ao máximo o **potencial endógeno** nacional, evitando a emissão de cerca de **0,83Mton/ano³** de CO₂ comparativamente ao gás natural

A Relevância dos Gases Renováveis

Foco no Biometano: Key Takeaways – Contexto Nacional



- 01** Upgrade de biogás para para biometano é a **solução para a ineficiência** da transformação de biogás em energia elétrica
- 02** Existe um eminente **término do regime de remuneração via Feed-in Tariff** em unidades produtoras de biogás (início em 2022/2023) e com elevado potencial de biometano
- 03** Forte necessidade de **desbloqueio de projetos greenfield**, de valorização da economia circular e cross-sector (gestão e tratamento de resíduos, agricultura e energia) através do apoio à produção de biogás
- 04** **Quota mínima obrigatória** de biometano nos portfólios dos comercializadores potenciaria o desenvolvimento deste vetor energético
 - Exemplo do Plano para o Desenvolvimento do Biogás e Biometano de Espanha
 - Target de 3% de Biometano 2030 referido no Report da IEA (Plano de Ação)
- 05** **Necessidade urgente de respostas regulatórias e comerciais, que colmatem as questões de:**
 - **Atuais produtores de biogás**
 - **Futuros produtores de biogás e biometano**
 - **Comercializadores**
 - **Distribuidores**
 - **Consumidores**



Biometano

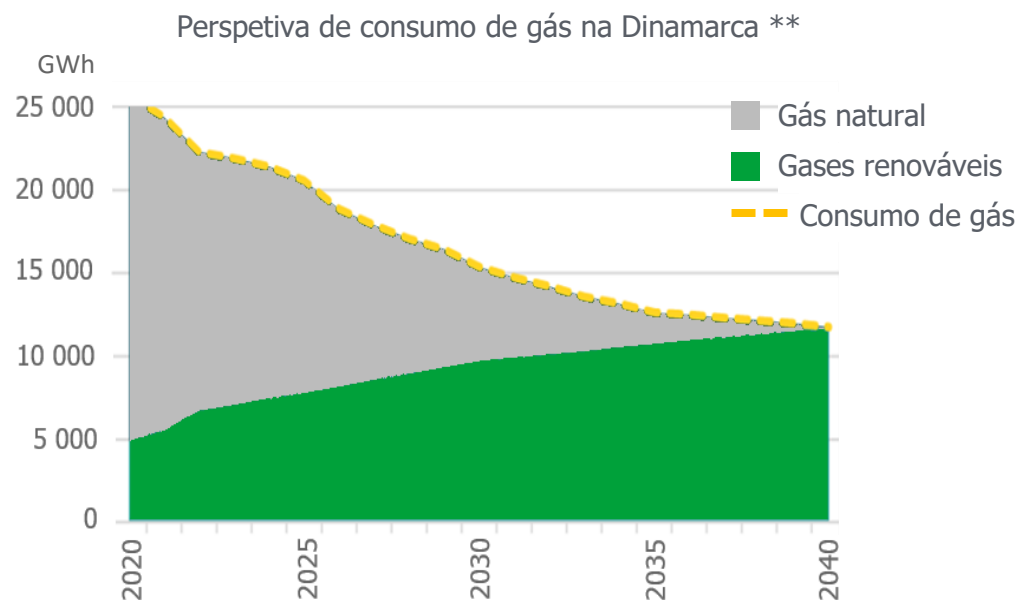
- Uma transição justa requer soluções com um interessante custo-benefício, nas quais os gases renováveis se enquadram;
- Uma economia neutra em carbono necessitará de uma fonte de energia segura, estável e previsível, capaz de responder aos picos de procura;
- Não se deverá excluir qualquer vetor energético que se possa tornar mais competitivo, seja em termos económicos seja em termos ambientais.

A Relevância dos Gases Renováveis

Foco no Biometano: Casos de Estudo

Dinamarca

- Número de centrais de biometano aumentou de 1, em 2012, para 52 centrais em 2020, com produção superior a 4 TWh;
- No final de 2021, a Dinamarca já contava com **24% de biometano nas redes de gás**, somando a uma produção e consumo in situ de 5%
- Apoio à produção com tarifas feed-in ou subsídios ao investimento, garante à Dinamarca constante aumento de produção de biometano.



Espanha

- Em 2020, Espanha contava com 2 centrais de biometano, totalizando uma produção de 95 GWh. Em 2021, o número de centrais aumentou para 5
- Roteiro para o desenvolvimento do biogás e biometano (sob avaliação) – conclusões a destacar:
 - **Metas para 2030:**
 - **1% de todo o gás consumido será biometano;**
 - Produção de 10,4 TWh de biogás, dos quais 55% darão origem a biometano
 - Diversas medidas de incentivo, nomeadamente:
 - Quotas anuais de venda ou consumo de biogás/biometano;
 - Fiscalidade verde;
 - Simplificação de barreiras regulatórias;
 - Apoio a projetos de demonstração, com foco na indústria e transportes.

Resultados já visíveis no desenvolvimento do centrais de biometano!

Até ao final de 2022 haverá **12 centrais** em Espanha e **mais 30 em desenvolvimento!**

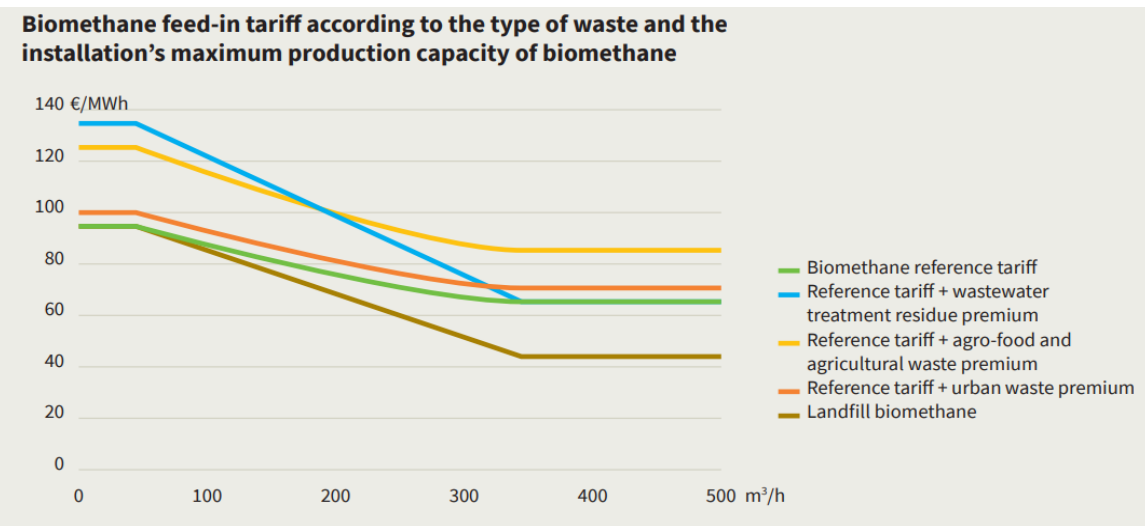
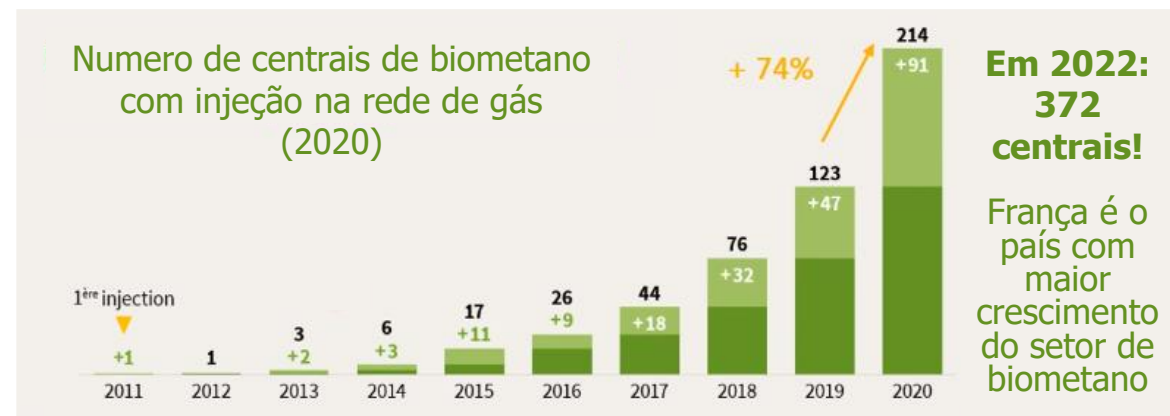


A Relevância dos Gases Renováveis

Foco no Biometano: Casos de Estudo

França

- Em 2020:
 - 2,2 TWh de biometano nas redes de gás → equivalente a 0,5% do consumo de GN
 - Em algumas áreas, durante o verão, o volume injetado corresponde a **>30% do consumo local**
- Em 2022:
 - 372 centrais de injeção nas redes de gás em 2022;
 - **2 novas centrais com injeção na rede de gás/semana;**
 - Outros 950 projetos estão em desenvolvimento, com capacidade de produção combinada de **22,6 TWh/ano;**
- Principais mecanismos de incentivo:
 - Lei de Transição Energética para o Crescimento Verde (2015), que inclui a meta de **10% de biometano na rede de gás** até 2030.
 - As plantas de biometano em França recebem uma **FiT, garantida por 20 anos**



A Relevância dos Gases Renováveis

Contexto Nacional



Plano Nacional de Energia e Clima 2030

Dezembro 2019

“Numa ótica de transição do setor energético, as atuais infraestruturas de receção, armazenamento, transporte e distribuição de gás natural desempenharão um importante papel ao permitir a introdução, distribuição e consumo de **gases renováveis, em particular o biometano e o hidrogénio**, nos vários setores da economia”



Plano Nacional do Hidrogénio

Agosto 2020

- Metas para 2030:
 - 10% a 15% H2 nas redes de GN
 - 2% a 5% H2 na indústria
 - 1,5% a 2% H2 no consumo final de energia
- Portugal apresenta condições únicas para desenvolver uma economia de hidrogénio, nomeadamente a existência de uma infraestrutura de GN moderna



Plano de Recuperação e Resiliência

Outubro 2020

- C14 Hidrogénio e Gases Renováveis: 185M€
1ª fase: 62M €
- C11 Descarbonização da Indústria: 715M€
 - Apoio à Descarbonização da Indústria: 705 M €
 - Apoio à elaboração de roteiros de descarbonização da indústria e capacitação das empresas: 10 M €

Descarbonização das infraestruturas de gás

Sustentabilidade Ambiental



Contexto Europeu

410 MtCO₂

Poupança de emissões caso se substituísse o GN distribuído pelos ORD que participam no projeto Ready4H2* por hidrogénio verde (correspondente a 1 870TWh).

Um valor superior às emissões de CO₂ do Reino Unido em 2020

* 90 ORD em 17 países europeus
Fonte: Ready4H2, 2022; ourworlddata.org



Contexto Nacional

4,82MtCO₂

Poupança anual de emissões caso se substituísse o GN distribuído pelos ORD (26,2 TWh) por Hidrogénio Verde – **o equivalente a 7% das emissões nacionais**

0,83 MtCO₂

Poupança anual de emissões caso fosse aproveitado o potencial de Biometano com origem municipal, comparativamente ao GN

Fonte: Análise interna, 2021; LNEG, 2015

Descarbonização das infraestruturas de gás

Sustentabilidade Económica



Contexto Europeu

€41mM

Poupança anual se houver investimento nas Redes de Distribuição de Gás para receber H2, comparativamente à alternativa descarbonização 100% através da eletrificação.

Fonte: Ready4H2, 2022



Contexto Nacional

€9mM

Potencial de poupança em Portugal, em comparação com uma trajetória totalmente elétrica

- Um sistema energético integrado deve **maximizar a utilização da infraestrutura de distribuição de gás** tanto quanto possível.
- Redução da necessidade de reforço de redes elétricas e interconexões

Fonte: Afry, 2019

Meta de injeção



20%



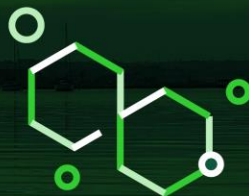
Quando for atingida meta de **20% de H_2** , espera-se que o eletrolisador opere à sua capacidade máxima, com um consumo de energia que poderá chegar a **1416 kWh/dia**.

Nesta fase, o eletrolisador será alimentado pelo conjunto de **painéis solares** instalados e **eletricidade verde** fornecida pela rede elétrica, dependendo do período de insolação disponível em cada momento.

Dados técnicos



Caudal médio de H₂ injetado



Poder calorífico superior¹ (PCS) da mistura



Consumo de água médio estimado²



Emissões de CO₂ evitadas³

2% H₂

0,932 Nm³/h
(0,084 kg/h / 836 kg/ano)

11,63 kWh/m³
(-1,4% que o PCS c/100%GN)

1,68 l/h

5,26
tCO₂/ano

20% H₂

10,687 Nm³/h
(0,961 kg/h / 8418 kg/ano)

10,14 kWh/m³
(-14% que o PCS c/100%GN)

19,22 l/h

60,29
tCO₂/ano

¹ Valores de PCS base considerados: GN=11,8 kWh/m³, H₂=3,5 kWh/m³

² O eletrolisador necessita de 10 litros de água por kg de H₂ produzido, com perdas de 50% no processo de osmose

³ Assumindo uma injeção de H₂ constante ao longo do ano (8760 h/ano). Fator de emissão do GN de 184 gCO₂/kWh

distribuição
gás natural

