



MAIS DE 35 ANOS
A CONVERTER
CONHECIMENTO
EM VALOR

Since 1986

PLANO DE AÇÃO SETORIAL | DESCARBONIZAÇÃO INDÚSTRIA ALIMENTAR

Indústria de Futuro | Seminário Cogeração, Alimentar, Papel e Química

Ana Magalhães

17/10/2024



© INEGI todos os direitos reservados

ÍNDICE

1. Visão geral do setor
2. Dados Económicos da Indústria Alimentar
3. Dados Energéticos da Indústria Alimentar
4. Plano de ação para a Descarbonização da Indústria Alimentar
5. Projetos de Hidrogénio na Indústria Alimentar
6. Projetos de Biometano na Indústria Alimentar
7. Introdução de Gases Renováveis na Indústria Alimentar

1.

VISÃO GERAL DO SETOR



INDUSTRIA DE FUTURO

inegi driving science & innovation

Since 1986

FLOENE

ERSE

© INEGI todos os direitos reservados

3

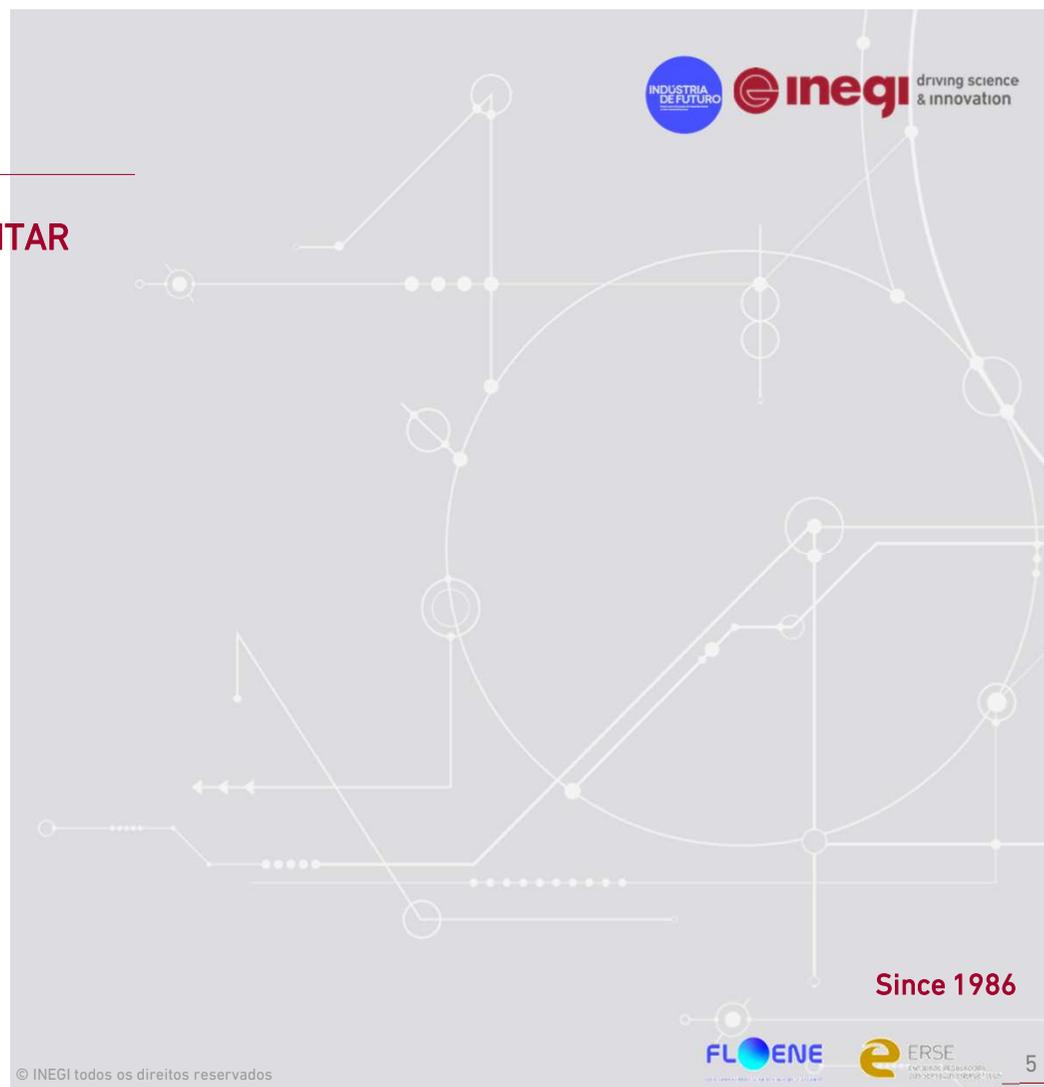
VISÃO GERAL DO SETOR



2.

DADOS ECONÓMICOS DA INDÚSTRIA ALIMENTAR

- Número, Localização e Dimensão
- Evolução do Volume de Negócios
- Evolução do Valor Acrescentado Bruto



INDÚSTRIA DE FUTURO

inegi driving science & innovation

Since 1986

FLOENE

ERSE

© INEGI todos os direitos reservados

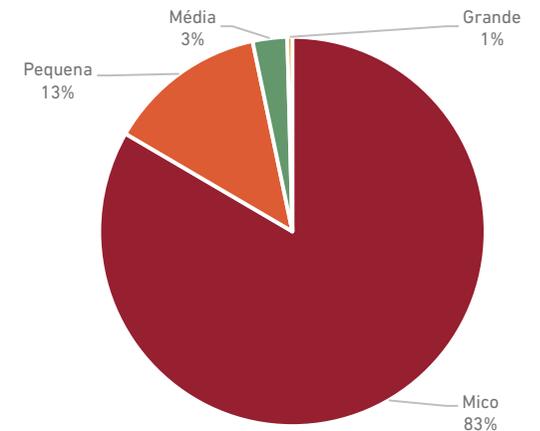
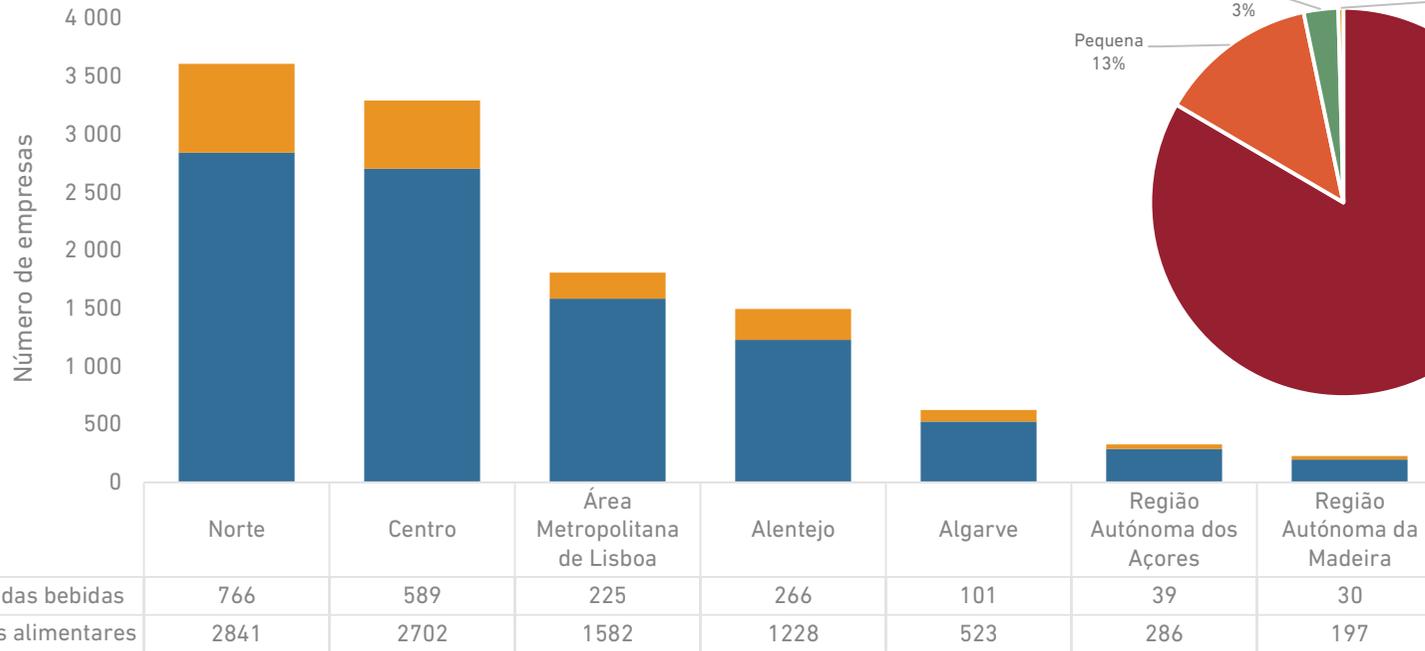
5

NÚMERO, LOCALIZAÇÃO E DIMENSÃO

11 380
Empresas

61%
Norte e Centro

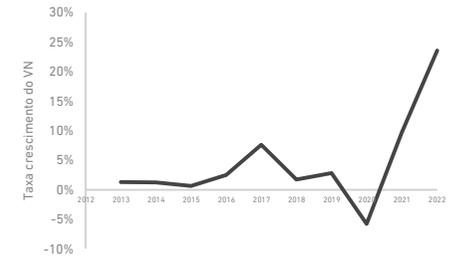
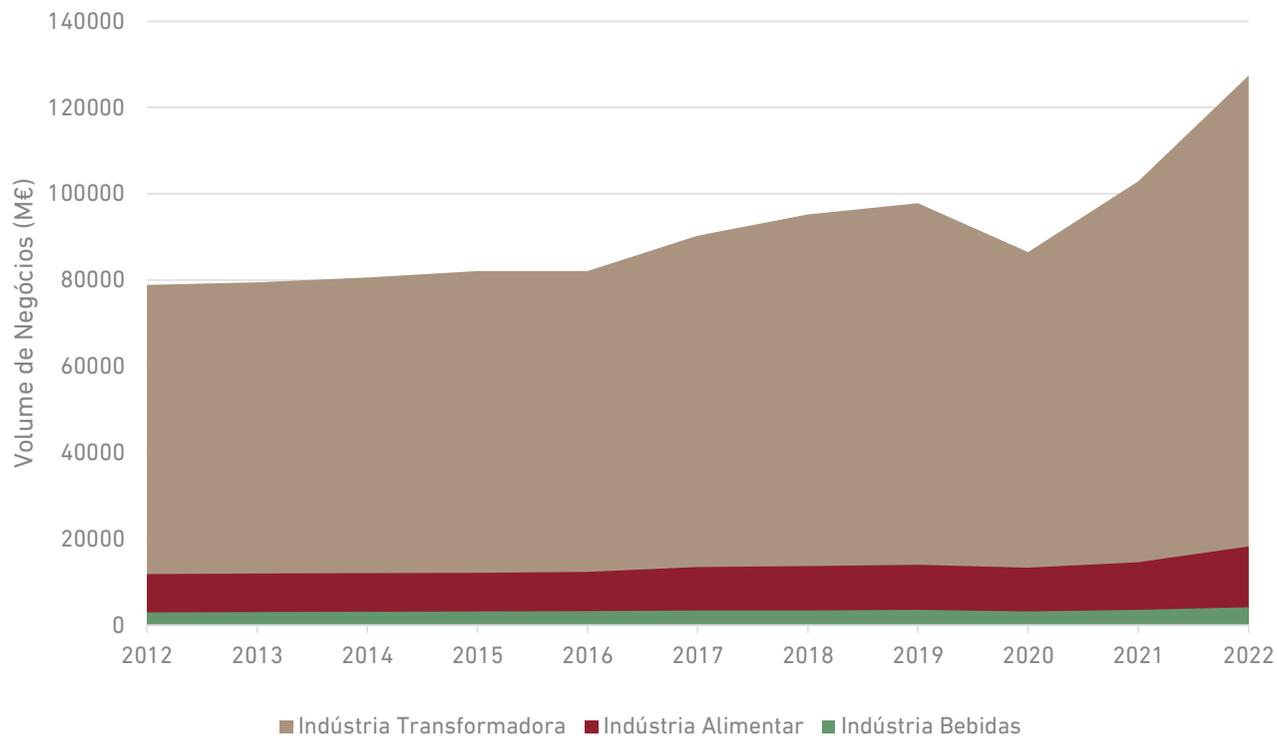
83%
Micro Empresas



plano de ação setorial | descarbonização da indústria alimentar

EVOLUÇÃO DO VOLUME DE NEGÓCIOS

18 %
VN Indústria
Transformadora



© INEGI todos os direitos reservados

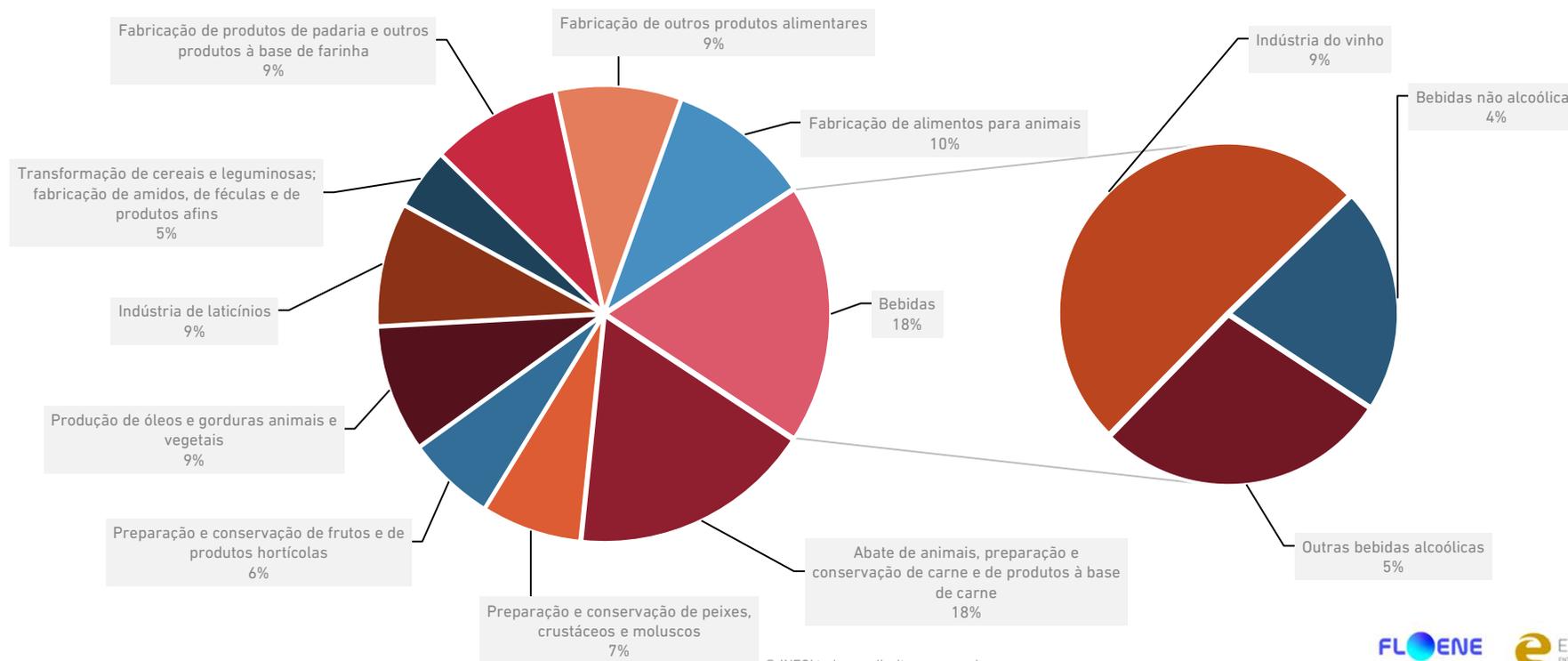


EVOLUÇÃO DO VOLUME DE NEGÓCIOS

VN em 2022 | Indústria Alimentar (CAE 10 e 11)

18 % VN
Indústria das Bebidas

50 % VN
Indústria do Vinho

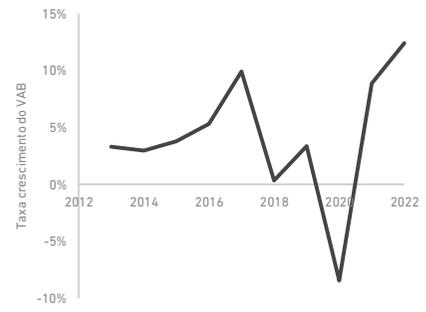
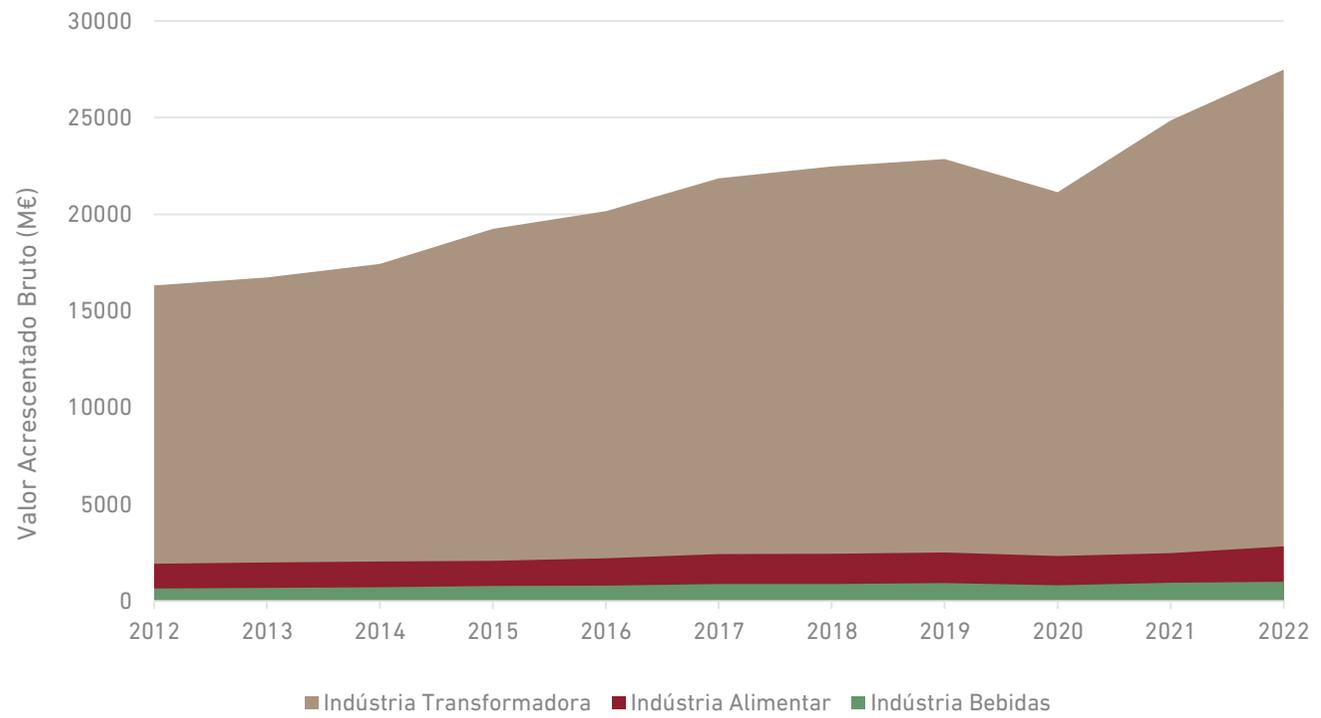


© INEGI todos os direitos reservados

plano de ação setorial | descarbonização da indústria alimentar

EVOLUÇÃO DO VALOR ACRESCENTADO BRUTO

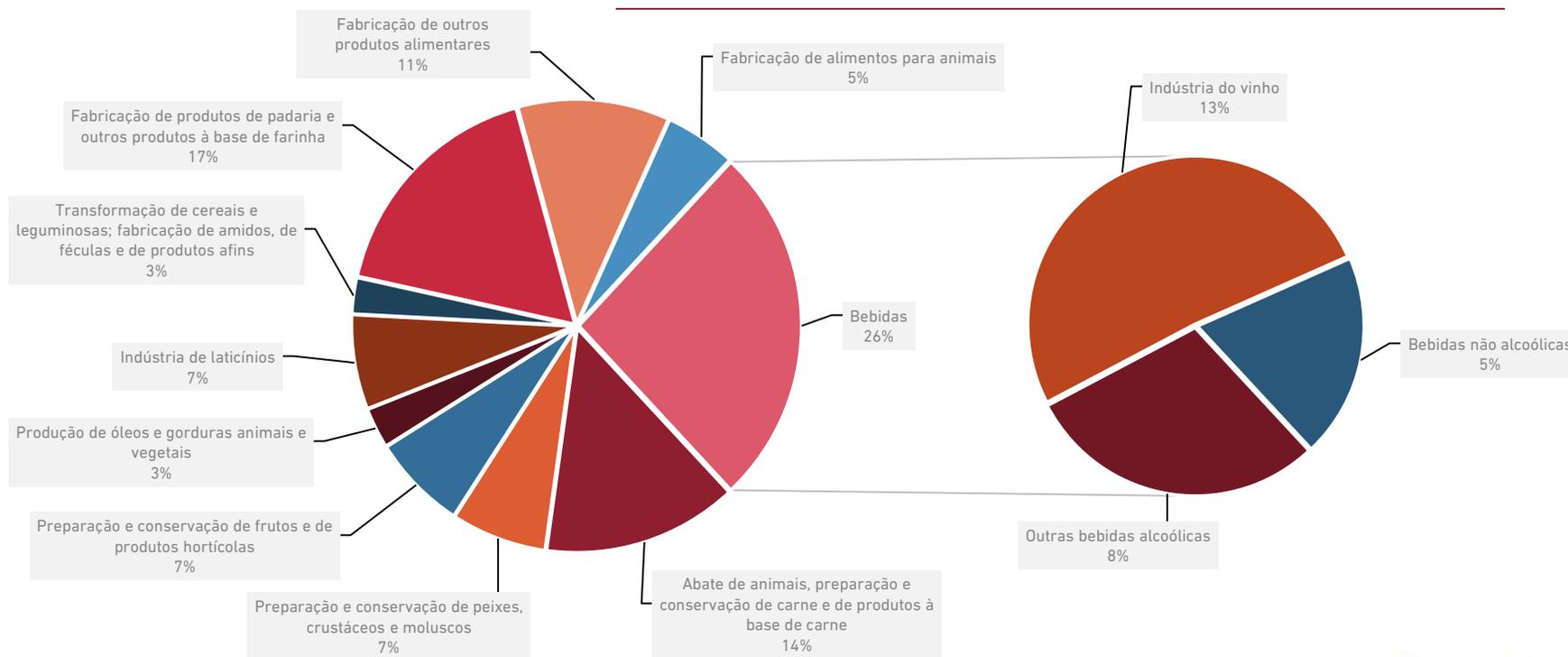
14 %
VAB Indústria Transformadora



EVOLUÇÃO DO VALOR ACRESCENTADO BRUTO

26 % VAB
Indústria das Bebidas

50 % VAB
Indústria do Vinho



3.

DADOS ENERGÉTICOS DA INDÚSTRIA ALIMENTAR

- Energia Final
- Uso de Energia Final
- Intensidade Carbónica



INDÚSTRIA DE FUTURO

inegi driving science & innovation

Since 1986

FLOENE

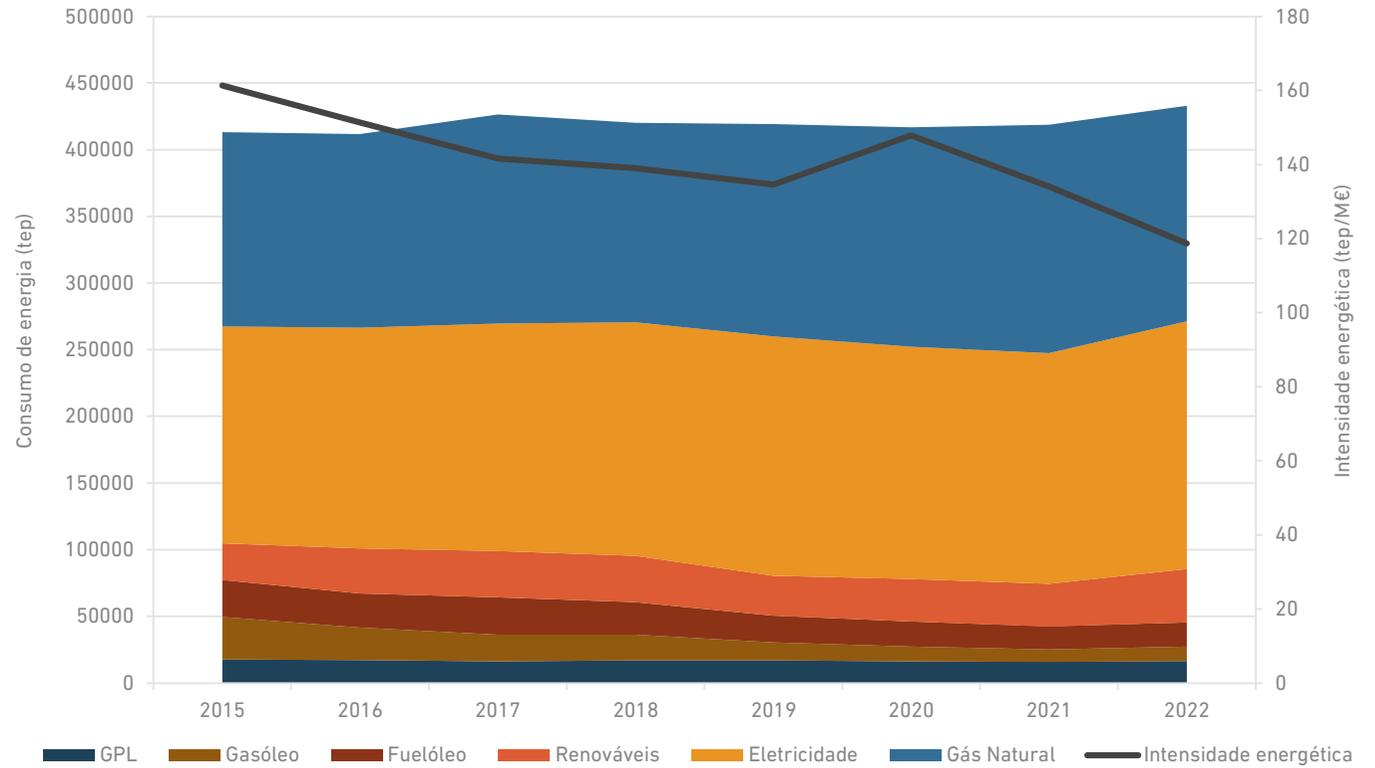
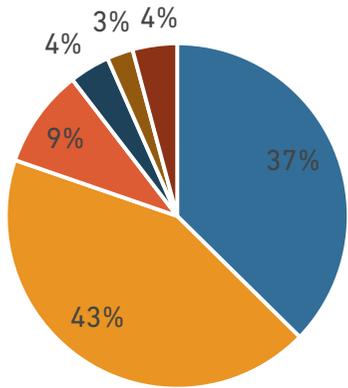
ERSE

© INEGI todos os direitos reservados

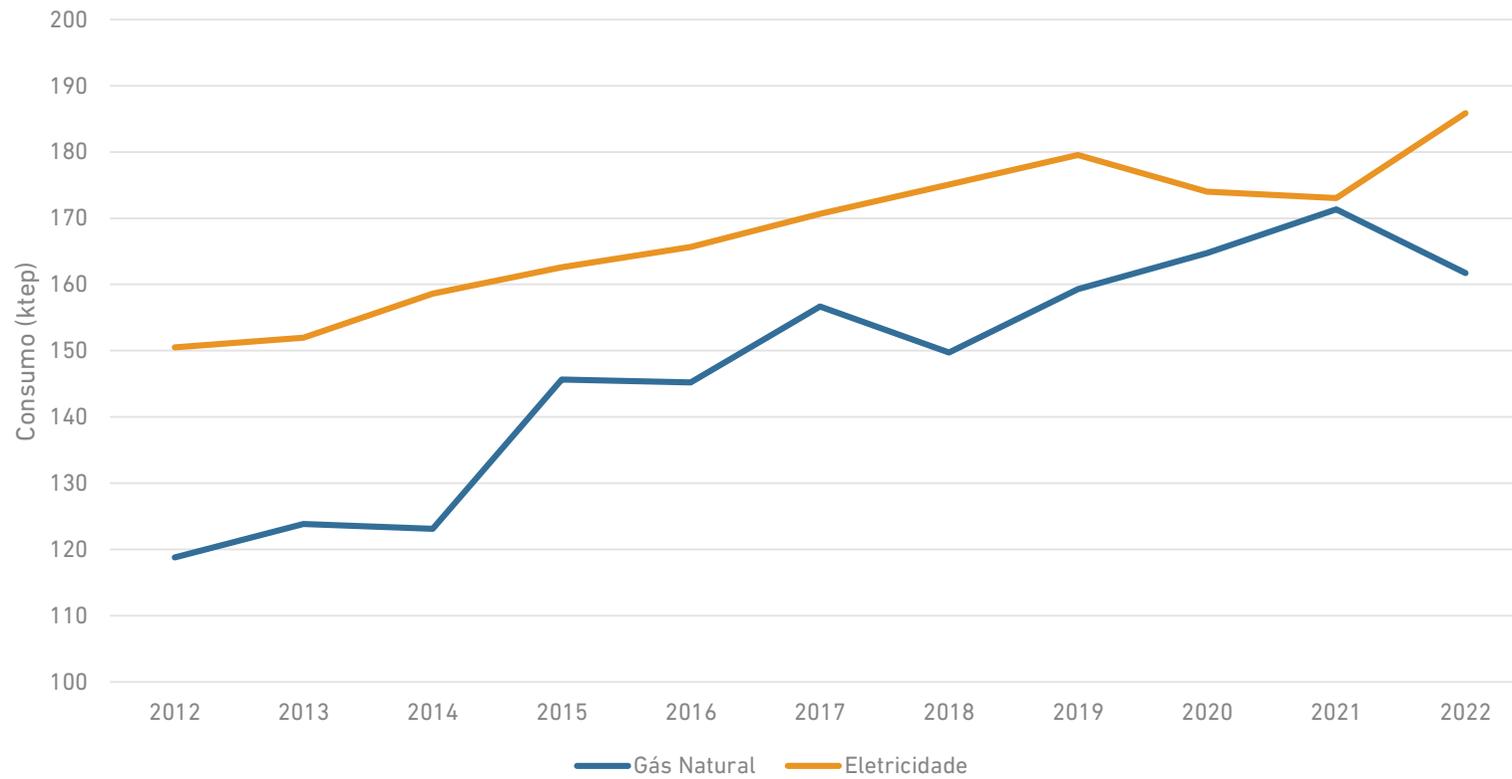
11

ENERGIA FINAL

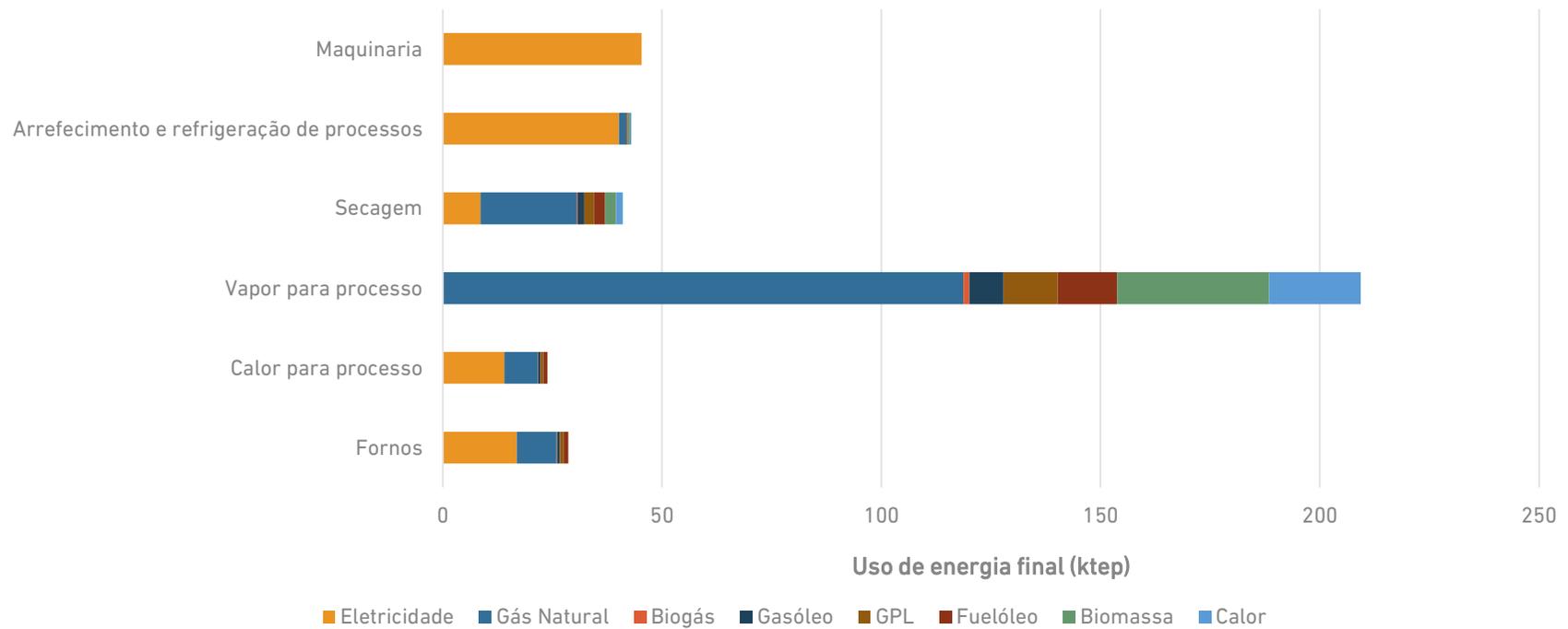
- Gás Natural ■ Eletricidade
- Renováveis ■ GPL
- Gasóleo ■ Fuelóleo



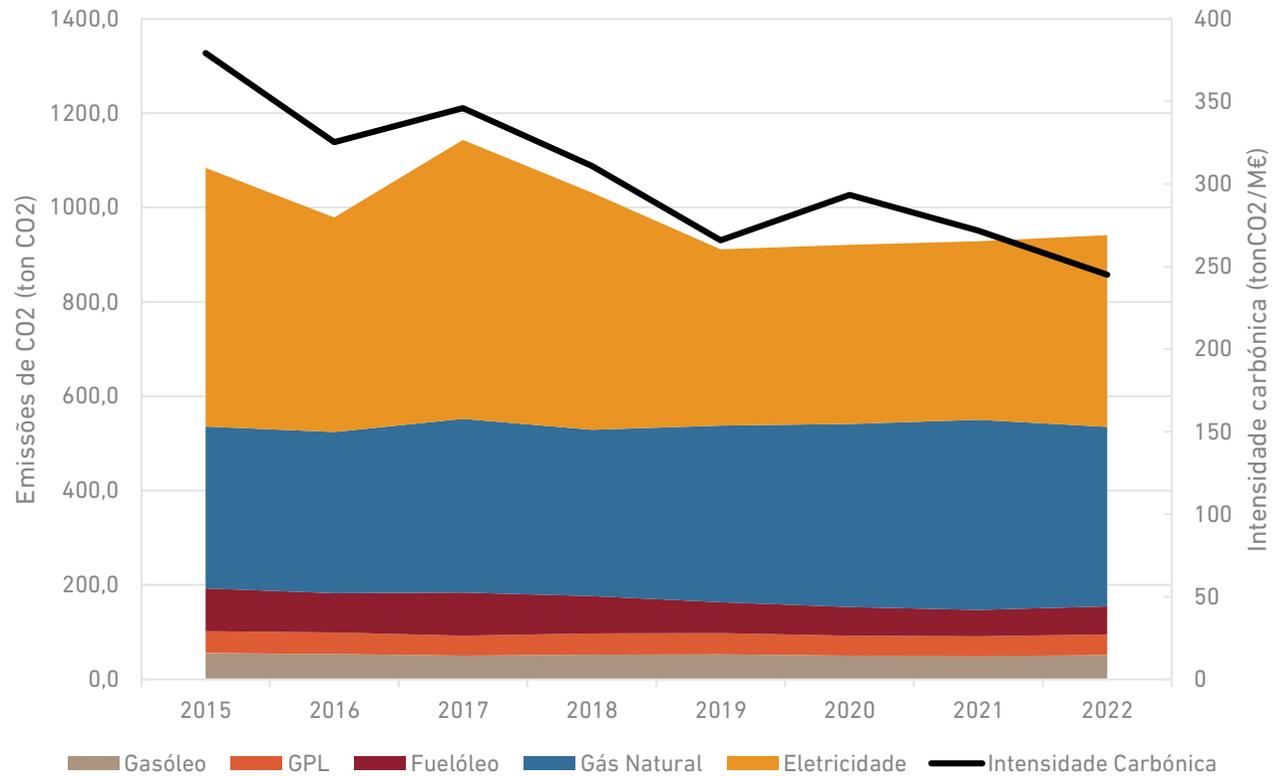
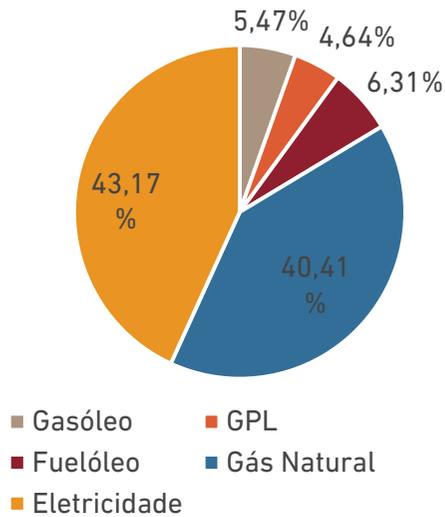
ENERGIA FINAL



USO DE ENERGIA FINAL



INTENSIDADE CARBÓNICA



4.

PLANO DE AÇÃO PARA A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA ALIMENTAR

- Eficiência Energética



INDÚSTRIA DE FUTURO

inegi driving science & innovation

Since 1986

FLOENE

ERSE

© INEGI todos os direitos reservados

16

PLANO DE AÇÃO | Eficiência Energética

Melhoria da eficiência energética

Uso de combustíveis de baixo carbono, biocombustíveis, gases renováveis e eletricidade de origem renovável

Gestão e Integração energética “multivetor”



Captura, Utilização e armazenamento de carbono (CCUS)

Visão da indústria como um setor ativo no sistema energético

Economia circular na indústria

PLANO DE AÇÃO | Eficiência Energética



PLANO DE AÇÃO | Eficiência Energética

Análise *Pinch*

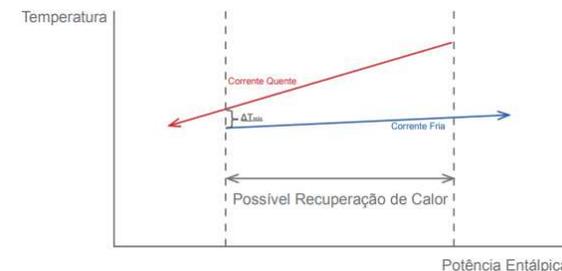
A análise *pinch* tem como objetivo principal minimizar o consumo de energia e maximizar a eficiência energética de um sistema industrial, tendo em conta, todos os fluxos energéticos disponíveis.

Metodologia:

1. Adquirir dados dos fluxos de calor (temperatura, caudal).
2. Criar um diagrama de cascata dos fluxos de calor.
3. Identificar o *pinch* point.
4. Analisar oportunidades de recuperação de calor para otimizar o sistema.
5. Implementar medidas de otimização com permutadores de calor e ajustes no processo.

Exemplos:

- Estudo em curso numa empresa do setor das bebidas em Portugal;
- **Objetivo:** realizar uma análise *pinch* para otimização e descarbonização do uso de energia térmica na unidade industrial;
- **Restrições:** processos descontínuos (batch) e permutadores de calor já instalados;
- **Expectativas:** desenvolvimentos de soluções de integração energética e eletrificação de alguns processos.



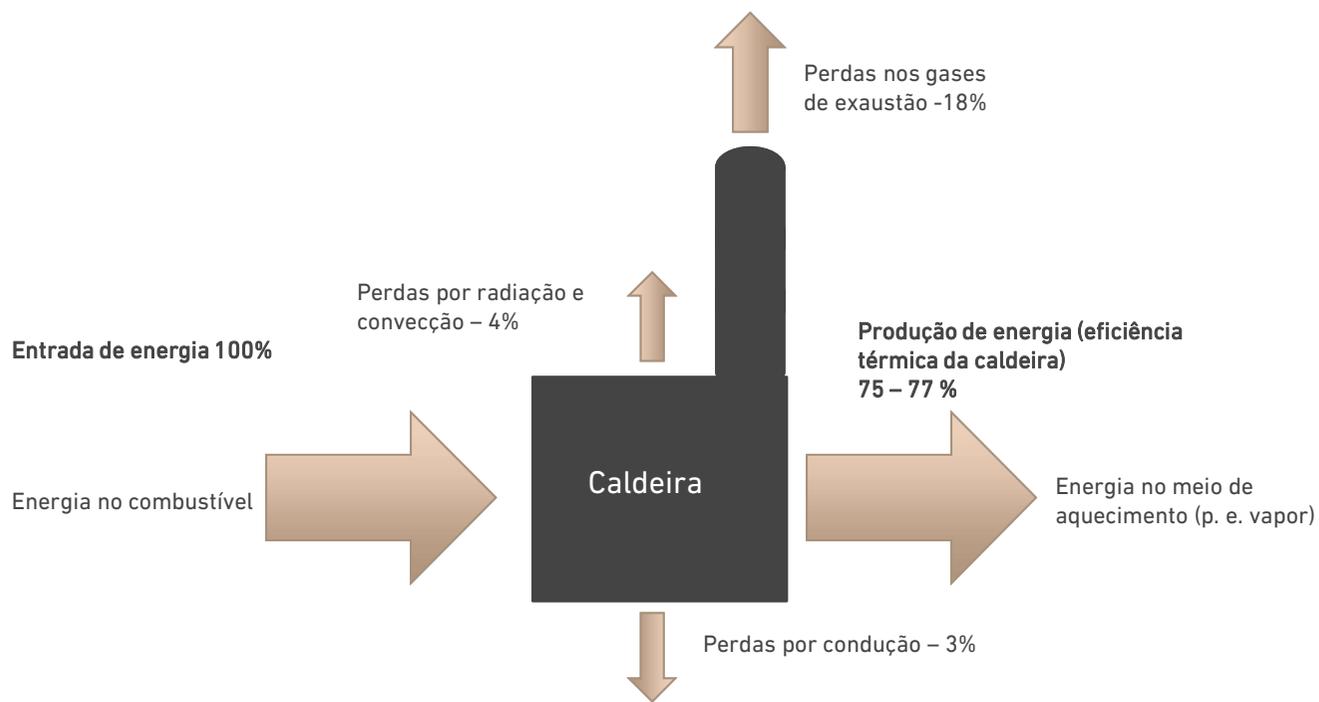
PLANO DE AÇÃO | Eficiência Energética

Um estudo realizado seis países europeus (Áustria, França, Alemanha, Polónia, Espanha e Reino Unido) permitiu estimar poupança de energia, redução de emissões de CO2 e PRI para diferentes medidas de eficiência

Medidas de eficiência energética	Energia possível de aproveitar [MWh]	Redução de emissões CO2 [tCO2]	PRI [anos]
Otimização de processos	20 440	5 340	2,8 – 9,7
Recuperação de calor	12 320	3 220	2,4 – 5,6
Otimização do fornecimento de calor	12 000	3 135	1,7 -13,7
Otimização do fornecimento de frio	9230	2 410	7 – 18
Outros	80	20	4,8 – 5,2

Fonte: B. K. Sovacool, M. Bazilian, S. Griffiths, J. Kim, A. Foley, D. Rooney., "Decarbonizing the food and beverages industry: A critical and systematic review of developments, sociotechnical systems and policy options" DOI:10.1016/j.rser.2021.110856

Sistemas de produção e distribuição de vapor



Sistemas de produção e distribuição de vapor

Medidas de eficiência energética

Sendo as **caldeiras de vapor** um dos principais equipamentos de produção de energia térmica, para o sector em estudo, deve-se implementar as seguintes **medidas de eficiência energética** de forma a reduzir perdas, reduzir consumos, reduzir gastos económicos e emissões de gases com efeito de estufa.

- Utilização de permutadores de calor (economizadores) para pré-aquecer a água de alimentação ou ar de queima;
- Minimização de purgas da caldeira;
- Recuperação de calor das purgas;
- Recolha e utilização dos condensados na caldeira;
- Reutilização do vapor flash;
- Programa de controlo e manutenção de purgadores;
- Isolamentos térmicos: válvulas, tubagens e flanges;
- Melhoramento no layout da rede de distribuição;



PLANO DE AÇÃO | Eficiência Energética

Sistemas de produção e distribuição de vapor

Controlo e monitorização das caldeiras

O controlo e monitorização das caldeiras, associadas a manutenções regulares permitem identificar antecipadamente problemas que perturbam o bom funcionamento. As principais medidas incluem:

- Medir a produção de vapor por métodos diretos e indiretos, permitindo o cálculo das perdas;
- Monitorar e registrar dados da caldeira para identificar problemas antecipadamente;
- Calibrar regularmente os medidores, como o contador de vapor;
- Dar formação aos operadores;
- Reparar rapidamente fugas de vapor;
- Estabilizar a procura de calor para maximizar o funcionamento da caldeira;
- Fazer tratamento químico a água de alimentação para evitar incrustações;
- Ajustar o rácio ar/combustível e os queimadores;
- A limpeza periódica das superfícies de transferência de calor (permutadores);
- Inspeccionar e em caso de necessidade reparar qualquer dano do isolamento.



Operações	Periodicidade					
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral	Anual
Caldeiras:						
Verificação do funcionamento geral		X				
Medições e registo de temperatura de água	X					
Medição do nível da água	X					
Verificações de fuga de vapor ou água		X				
Controlo de corrosão da estrutura metálica			X			
Inspeccionar válvulas de segurança (passagem de vapor)		X				
Medições e registo de pressões em funcionamento	X					
Limpeza dos Tubos				X		

Sistemas de produção e distribuição de vapor

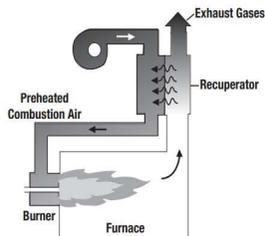
Exemplos:

Recuperação de calor dos gases de combustão

Por cada diminuição em **20°C** da temperatura dos gases de exaustão pode-se aumentar **1%** na eficiência da caldeira;

Redução de consumo de energia: 1-5%;

PRI estimado: 2-3 anos.

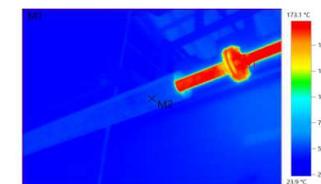


Isolamento térmico

A aplicação destes revestimentos é bastante simples e rápida e não interfere com os equipamentos ou os processos de fabrico, e as perdas podem ser reduzidas até **95%**;

Redução de consumo de energia: 6-26%;

PRI estimado: 1-3 anos.



Purgas:

As incrustações nas paredes nos tubos reduzem o rendimento da caldeira, com **1 mm de incrustação** aumenta o consumo de combustível em **2-3%**. Para prevenir esse problema, as purgas são usadas para remover resíduos e evitar incrustações. Contudo é possível sistemas recuperação de calor das purgas;

Redução de consumo de energia: 1-4%;

PRI estimado: 1-3 anos.

Melhorar a manutenção dos coletores de vapor + sistema de monitorização:

Sistemas de monitorização e manutenção de regulares permite manter em bom funcionamento a caldeira de vapor;

Redução de consumo de energia: 10-15%;

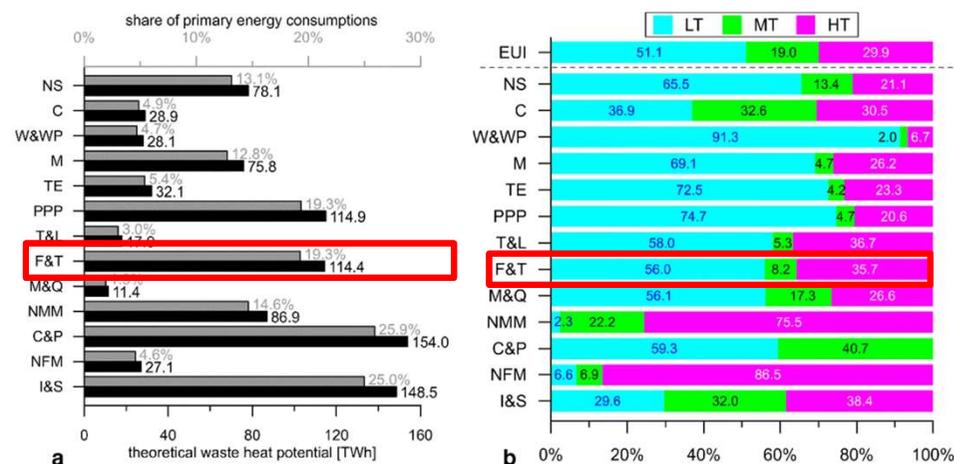
PRI estimado: 1-2 anos.



PLANO DE AÇÃO | Eficiência Energética

Recuperação de calor

- Um estudo indica que **19,3%** da energia primária consumida pelo setor alimentar na Europa poderia ser recuperada.
- Distribuição da energia a recuperar por gama de temperatura:
 - 56,0%** da energia está em processos de **baixa temperatura (<100°C)**;
 - 8,2%** está em processos de **média temperatura (100-300°C)**;
 - 35,7%** está em processos de **alta temperatura (>300°C)**;

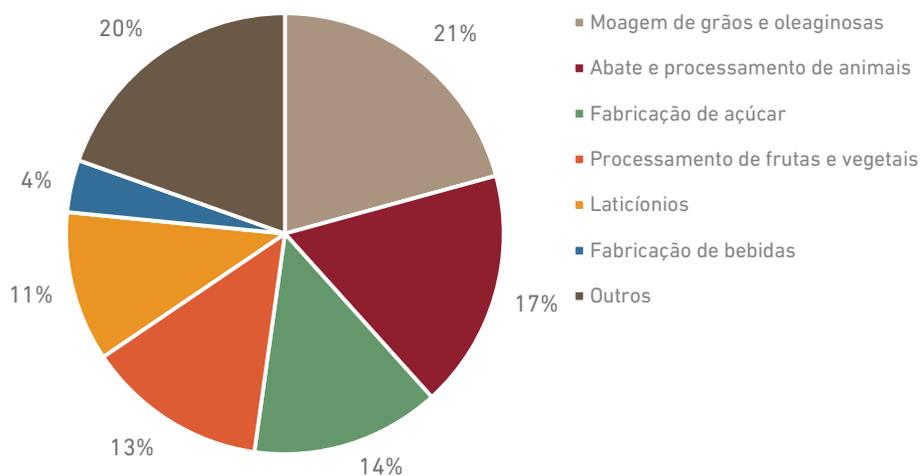


a) Potencial teórico de recuperação de calor e relevância para os consumos de energia primária na indústria da UE, b) repartição do potencial teórico de recuperação de calor na indústria da UE em função dos níveis de temperatura.

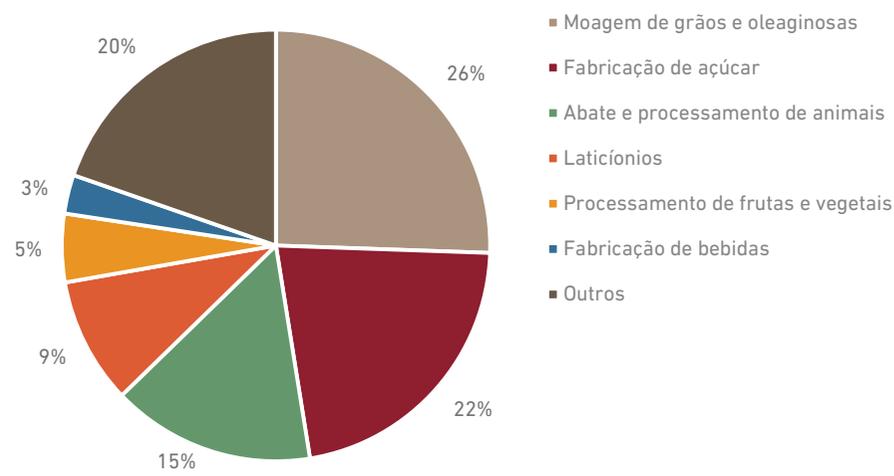
- Recuperação de calor

O estudo do departamento de energia dos EUA apresenta uma estimativa da energia passível de ser recuperada por processo na indústria alimentar, com base nas tecnologias atuais e tecnologias em fase de pesquisa e desenvolvimento.

Oportunidades de poupança energética por subsetor - atuais



Oportunidades de poupança energética por subsetor, em fase de pesquisa e desenvolvimento



Fonte: Bandwidth Study on Energy Use and Potential Energy Saving Opportunities in U.S. Food and beverage manufacturing. (2017). US Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy.

© INEGI todos os direitos reservados

PLANO DE AÇÃO | Eficiência Energética

Recuperação de calor

Principais fontes de calor:

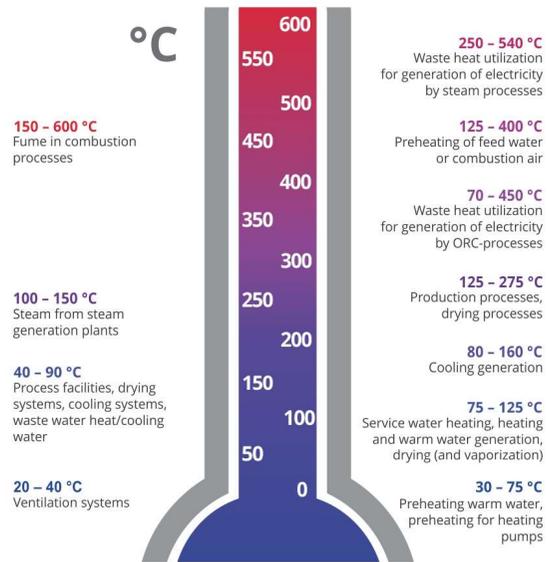
- Gases de combustão;
- Efluentes quentes ou frios;
- Ar de exaustão;
- Produtos quentes ou frios, ou restos de produção;
- Água de arrefecimento e óleo hidráulico;
- Fontes termais naturais;
- Painéis solares;
- Calor de sobreaquecimento e calor de condensação rejeitado dos processos de refrigeração;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



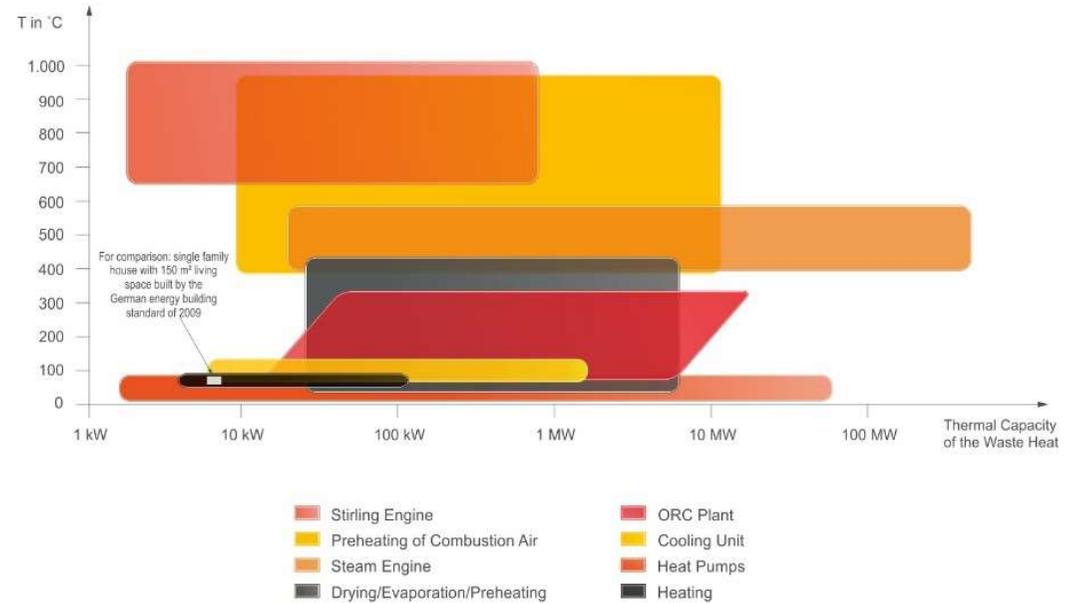
Tecnologias de Recuperação de Calor:

- Permutadores de calor para fazer uso direto 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 encontrasse à sua temperatura inicial;
- Operações multi-estágio, tais como evaporadores multi-efeito, expansão de vapor e combinações técnicas acima mencionadas.

Recuperação de calor



<https://www.waste-heat.eu/>



Recuperação de calor

Exemplos:

Caso 1: Aproveitamento de calor de uma caldeira de vapor

O aproveitamento de calor dos gases de exaustão para pré aquecimento do ar de queima ou água alimentação reduz os consumos de energia primaria.

Exemplo

- Caudal dos gases exaustão: 2163 m³/hr
- Temperatura gases de exaustão: 200 °C

Pressupostos:

- Eficiência dos permutadores: 70%
- Horas de funcionamento: 5760
- Custo de gás natural: 0,065 €/kWh

Recuperação de calor

↓

Poupanças obtidas	
Poupanças energéticas [kWh/ano]	172 763
Poupanças económica [€/ano]	11 299
Redução de emissão de CO ₂ [tCO ₂ /ano]	35
PRI [ano]	0,5

Caso 2: Aproveitamento de calor dos compressores de ar comprimido

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.

Exemplo – Aquecimento das AQS :

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

Recuperação de calor

↓

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

Stand-alone energy recovery units

Key:
 1) Cold water
 2) Compressed air
 3) Electric power
 4) Air
 5) Oil circuit
 6) Energy recovery
 7) Warm water

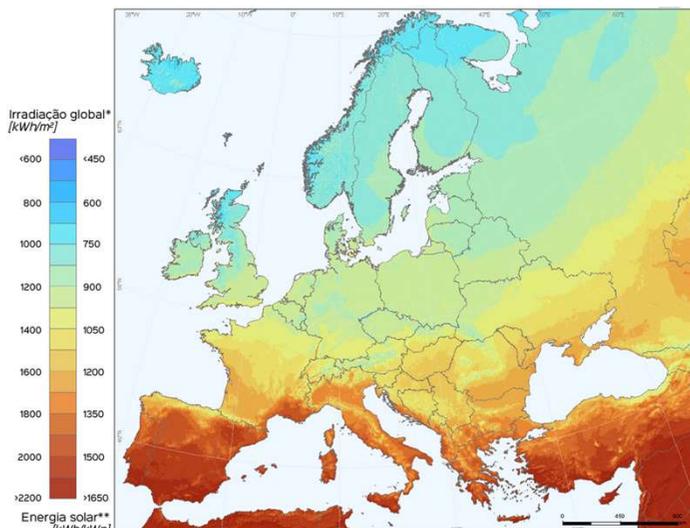
Fig 3. Oil-injected screw compressor heat recovery system with a stand-alone energy recovery unit

Coletores solares

Portugal tem um excelente potencial de radiação solar devido à sua localização geográfica e clima. Na base dados SHIP Plants é possível verificar todas as instalações de coletores solares no mundo.

**Radiação solar
média anual:
5kWh/m²/dia**

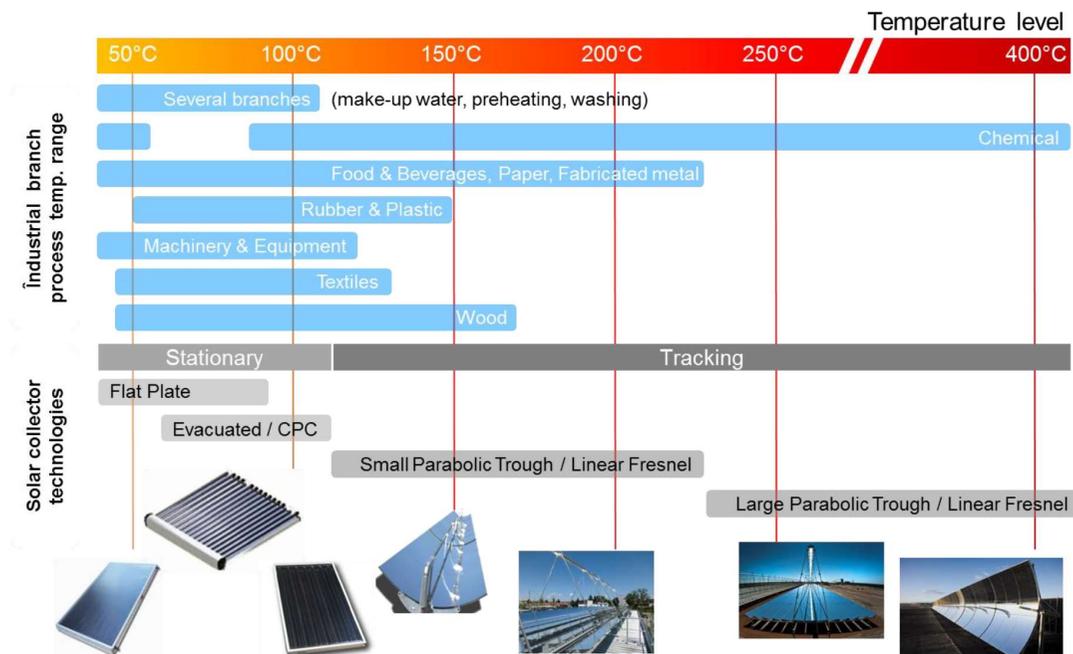
**Horas de sol:
2200 – 3000**



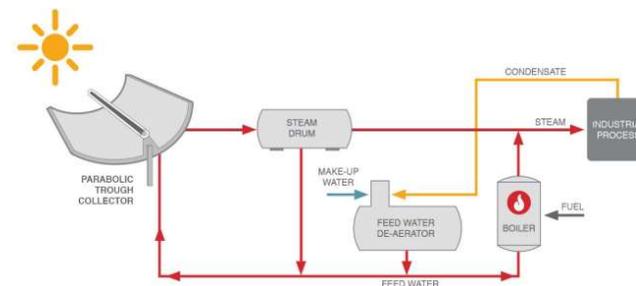
https://energieatlas.aee-intec.at/index.php/view/map?repository=ship&project=ship_edit#-116.839600,11.682869,14.029541,57.177037[Layer,ship_view,world_countries],default,default|1,1,1

Coletores solares

Sendo a indústria alimentar caracterizada por processo de baixa a alta temperatura, todos os coletores solares existentes podiam ser utilizados para produzir energia térmica nos processos.



Princípio de montagem:



- **Circuito principal:** Coletor solar + armazenamento de vapor
- **Circuito secundário:** Caldeira de vapor
- **Temperatura de vapor:** 160°C

PLANO DE AÇÃO | Eficiência Energética

Coletores solares

Exemplos:

Instalação		
Pais	Portugal	Espanha
Finalidade	Lavagem	Calor de Processo
Temperatura de operação [°C]	45	145
Fluido de trabalho	Água	Vapor
Tipo de coletor	Placa plana	Parabólicos
Área [m ²]	440	43000
Armazenamento [m ³]	10	16 000
Potência térmica instalada [MWht]	0,308	30

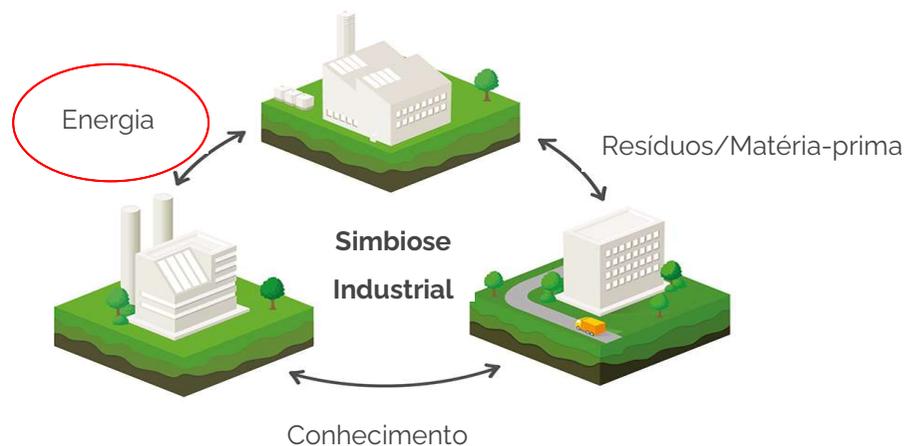


Heineken Sevilha



Simbiose industrial

A Agência Europeia do Ambiente identificou a **simbiose industrial** como um modelo chave para promover a mudança para uma economia circular.



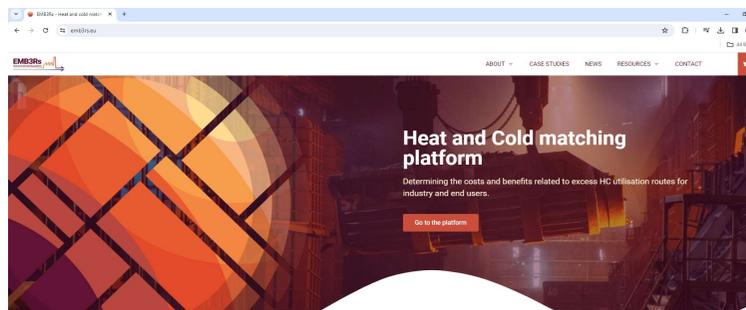
Aproveitamento do calor residual

Com combinações entre as fontes de calor e consumidores disponíveis, é possível recuperar energia térmica que seria desperdiçada permitindo, desta forma reduzir consumo de energia primária, reduzindo custos das faturas e redução de emissões de gases com efeito de estufa.

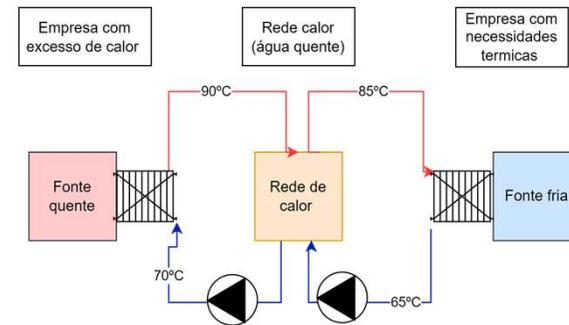
Simbiose industrial

Rede de calor - Metodologia:

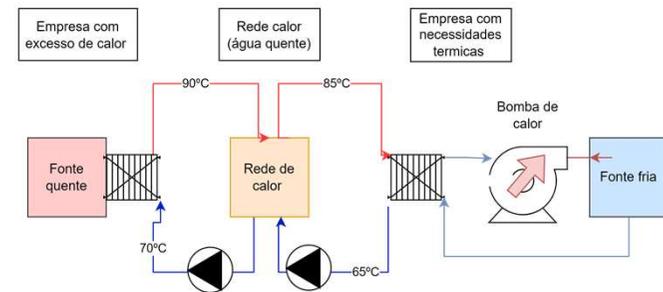
1. Caracterização energética (térmica) dos vários intermediários:
 1. Potências necessária;
 2. Temperatura;
 3. Horas de funcionamento.
2. Dimensionamento da rede de calor:
 1. Tubagem (distâncias/diâmetro);
 2. Equipamentos adicionais;
 3. Etc.
3. Análise económica e ambiental.



A

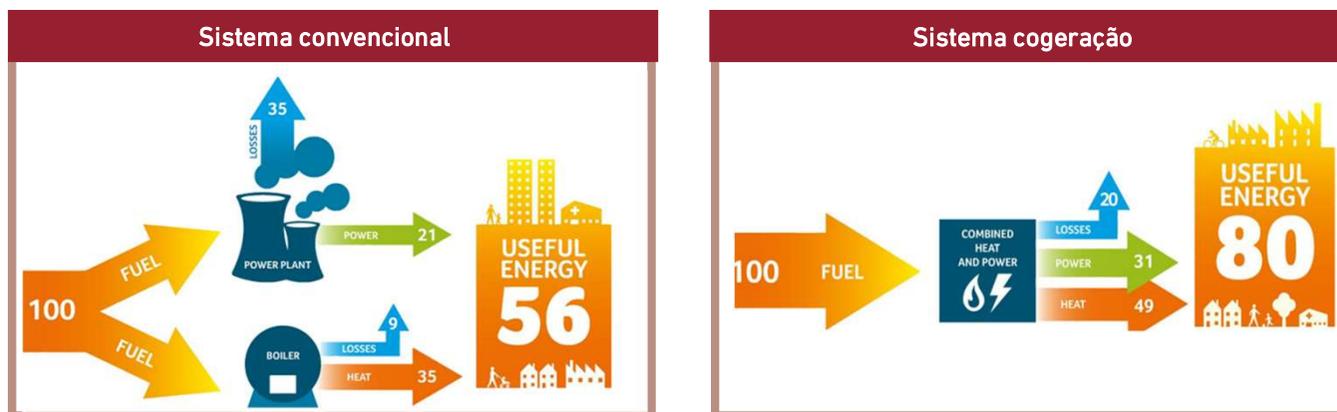


B



Cogeração

A cogeração é um processo de produção e utilização combinada de eletricidade e calor, através da utilização de uma única fonte de energia.



- A Cogeração gera 40% mais energia útil do que as centrais só de calor e só de eletricidade, poupando pelo menos 10% de energia primária;
- A Cogeração evita o desperdício de calor pela produção de energia térmica, aumentando a eficiência de 30-50% para 75-95%.

Cogeração

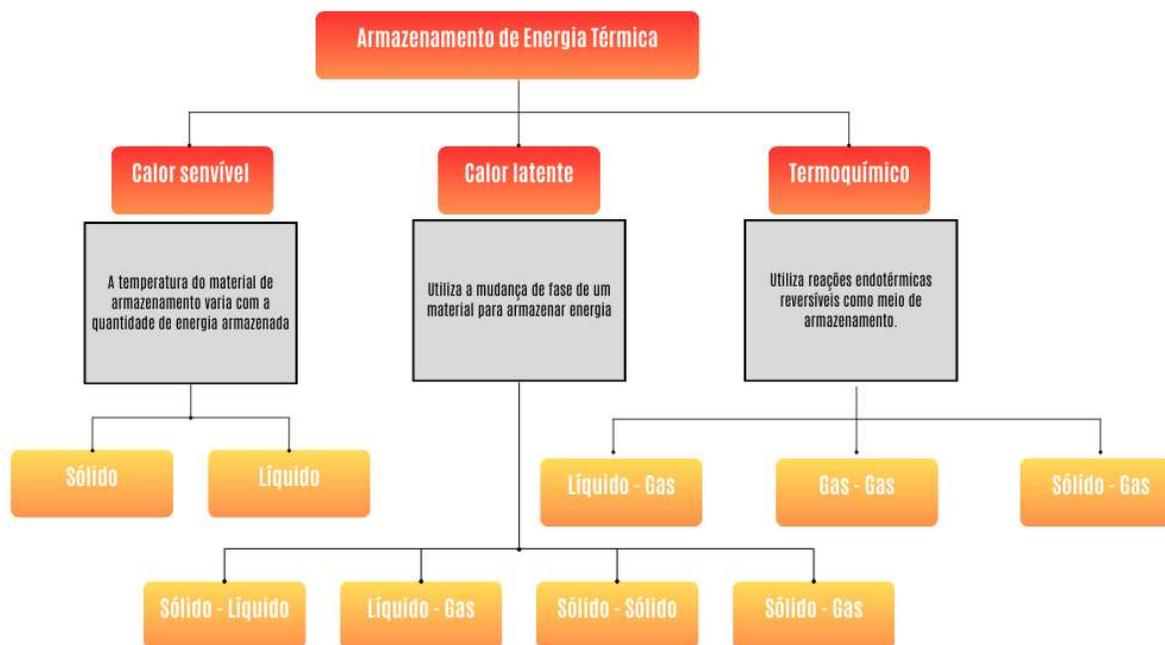
Exemplo:

- **CTT – Companhia Térmica Tagol – Área Metropolitana de Lisboa.**
- **Setor:** Óleos alimentares
- **Instalação de cogeração:** 7,3MWe.
- **Tecnologia:** Turbina a gás em ciclo simples.
- **Produção anual:**
 - Energia elétrica: 54 GWh/ano.
 - Energia térmica (vapor): 120 GWh/ano.



Sistemas de armazenamento térmico

Os sistemas de armazenamento de energia térmica englobam vários tipos de tecnologias disponíveis e para diferentes gamas de temperatura.



PLANO DE AÇÃO | Eficiência Energética

Medidas subsetoriais

Exemplo:



A aplicação de tecnologias de osmose inversa pode levar a uma redução **60 e 70 %** do consumo de energia **térmica e elétrica**, respetivamente



Diminuição da velocidade de evaporação durante a ebulição do mosto promove uma redução de **40 - 75 % do consumo de energia**.



A recuperação de calor do processo de lavagem pode permitir reduções até **50% consumos de vapor**.



A Utilização de secadores diretos pode originar uma redução de **35 - 45 % do consumo de combustível**.

5.

PROJETOS DE HIDROGÉNIO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR



INDÚSTRIA DE FUTURO

inegi driving science & innovation

Since 1986

FLOENE

e ERSE

© INEGI todos os direitos reservados

39

PROJETOS HIDROGÉNIO



Kraft Heinz

- **Empresas envolvidas:** Kraft Heinz e Carlton Power
- **Projeto:** Central de produção de hidrogénio renovável
- **Localização:** Kitt Green onde está localizada uma das maiores fábricas de processamento de alimentos da Europa
- **Capacidade da fábrica:** Produz cerca de 250.000 toneladas de comida por ano e emprega aproximadamente 850 pessoas
- **Objetivo:** Fornecer pelo menos 50% das necessidades energéticas anuais
- **Potência da central de hidrogénio:** 20 MW
- **Redução de emissões de carbono:** Aproximadamente 16.000 toneladas de CO₂ por ano
- **Investimento:** 47,4 milhões de euros
- **Início das operações:** Previsto para 2026



PROJETOS HIDROGÉNIO



Projeto da universidade de West Virginia

- **Instituição envolvida:** West Virginia University
- **Objetivo:** Ajudar a descarbonizar a indústria de alimentos e bebidas, fornecendo energia térmica a partir de combustível limpo (hidrogénio)
- **Financiamento:** 3 milhões de dólares, concedidos pelo Departamento de Energia dos EUA
- **Projeto:** Desenvolvimento de uma caldeira avançada para consumo flexível de hidrogénio
- **Tecnologia:** Caldeira avançada com economizador integrado para recuperação de calor dos gases de exaustão
- **Testes:** Serão realizados na empresa **Mountaintop Beverage**
- **Área de estudo:** Produção de bebidas



PROJETOS HIDROGÉNIO



Budweiser



- **Empresa envolvida:** Budweiser, UK
- **Localização:** Fábrica Samlesbury Brewery, Lancashire, Inglaterra
- **Projeto:** Implementação de uma central de produção de hidrogénio verde
- **Objetivo:** Fornecer hidrogénio verde para as necessidades de calor e aquecimento da fábrica
- **Tecnologia implementada:** Veículos fuel cell nas instalações e Caldeiras preparadas para hidrogénio (H2ready)
- **Impacto ambiental:** Poupança anual estimada de 11 mil toneladas de CO₂
- **Abastecimento de hidrogénio:** Hidrogénio produzido será injetado diretamente nas caldeiras da fábrica, substituindo o gás natural atualmente utilizado
- **Meta futura:** Atender toda a demanda de energia térmica da fábrica com hidrogénio verde
- **Prazo de conclusão:** Projeto finalizado até o final de 2025
- **Status atual:** Conexões com a rede elétrica já asseguradas e estudos de design de engenharia de front-end (FEED) concluídos

PROJETOS HIDROGÉNIO

Asahi Breweries

- **Empresa envolvida:** Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation (Toshiba ESS)
- **Projeto:** Implementação do sistema autónomo de energia de hidrogénio “H2One™” na fábrica da Asahi Breweries em Ibaraki, Japão
- **Tecnologia utilizada:** Sistema de células de combustível de hidrogénio puro H2 Rex™, alimentado por energia renovável
- **Gestão do sistema:** Controlado pelo sistema de gestão de energia de hidrogénio H2EMS™ da Toshiba ESS
- **Objetivo:** Fornecer eletricidade estável e sem emissões de CO₂
- **Parceria com Asahi Group:** Avaliar a adaptabilidade das energias renováveis, combinando o H2One™ com painéis solares instalados na fábrica

Fonte: [The Green Brew: A comprehensive Analysis of Hydrogen Integration in Breweries for Sustainable Operations | melceencapstoneprojects \(ubc.ca\)](https://www.melceencapstoneprojects.ubc.ca/)

© INEGI todos os direitos reservados



PROJETOS HIDROGÉNIO

MPREIS

- **Empresa envolvida:** MPREIS, retailer austríaco de comida
- **Objetivo:** Evitar a emissão de toneladas de CO₂ através da utilização de hidrogénio verde
- **Tecnologia utilizada:** Eletrolisador alcalino de uma única stack da Sunfire
- **Capacidade do eletrolisador:** 3,2 MW
- **Utilização do hidrogénio:**
 - Aquecimento dos fornos de padaria na planta de produção, substituindo o gás natural
 - Abastecimento de camiões fuel-cell
- **Investimento:** Cerca de 13 milhões de euros (Metade do financiamento proveniente do EU's Clean Hydrogen Partnership e do governo suíço)
- **Projeto europeu:** Incluído no projeto **Demo4Grid**



Fonte: <https://www.bilfinger.com/en/news/press-releases/details/construction-of-a-hydrogen-production-plant-bilfinger-supports-food-retailer-mpreis-with-energy-transition/>

6.

PROJETOS DE BIOMETANO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR

U. PORTO



INDÚSTRIA DE FUTURO

inegi driving science & innovation

Since 1986

FLOENE

e ERSE

© INEGI todos os direitos reservados

45

PROJETOS BIOMETANO | Contexto



Bagaço e borras – Venda para destilarias.
Podas – Incorporação no solo
Engaço – Compostagem
Efluente – ETEI



Soro – Venda para requeijão
Gordura – Recolha autorizada / Aterro
Efluente – ETEI
logurtes rejeitados e Purgas –
Alimentação animal

Vinho

Laticínios



Bagaço húmido – Extração de óleo
Caroço de azeitona – Queima
Detritos – Compostagem
Águas de lavagem – Lagoa de decantação
Gordura das águas – Recolha autorizada



Azeite

Fonte: Converte, LNEG, 2019.

© INEGI todos os direitos reservados

PROJETOS BIOMETANO | Contexto

Estimativa do potencial técnico de biogás a partir de resíduos agroindustriais = 0,10 TWh.

Potencial de implementação 2030-2040



Biogás = 0,08 TWh



Biometano = 0,07 TWh

Quantidade resíduos = 330 000 t (LNEG)

Assumiu-se que 80% da matéria-prima está disponível para valorização.

$$V_{\text{biogás}} = AR \times CQO \times \text{Biogás}_{\text{Vol}}$$

10

13,63

0,482

em que:

$V_{\text{biogás}}$ - Produção de biogás (m^3/ano);

AR - Água residual produzida (m^3 água residual/ $\text{ton}_{\text{produto}}/\text{ano}$);

CQO - Carência química de oxigênio ($\text{kg CQO}/\text{m}^3$);

$\text{Biogás}_{\text{Vol}}$ - Produtividade de biogás ($\text{m}^3/\text{m}^3_{\text{água residual}}$).

Fonte: Plano de Ação para o Biometano (PAB) 2024-2040 - Resolução do Conselho de Ministros n.º 41/2024.

PROJETOS BIOMETANO | Contexto

		$\text{m}^3 \text{CH}_4 / \text{t}_{\text{substrato}}$	
Processamento		24	10 000 t \rightarrow 240 000 $\text{m}^3 \text{CH}_4$
		47	10 000 t \rightarrow 470 000 $\text{m}^3 \text{CH}_4$
Efluentes		1,6	
		1,1	

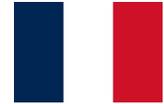
PROJETOS BIOMETANO



O novo biodigestor utilizará as **lamas** produzidas na estação de tratamento de águas residuais da fábrica e as **cascas de batata**, assim como **outros resíduos alimentares** impróprios para consumo.

Nelson Sousa, Plant Manager da PepsiCo em Portugal, refere que “o novo biodigestor terá a capacidade de converter mais de **21.900 toneladas de resíduos orgânicos por ano em 4.818.000 Nm³ de biometano por ano**, o que equivale a uma **redução de 30% nas emissões de carbono** durante o processo de produção. Além disso, permitirá que a nossa unidade de negócio continue a ser ... um exemplo de circularidade e reconversão ao nível local, uma vez que o projeto prevê a utilização de resíduos de origem externa à nossa fábrica”.

PROJETOS BIOMETANO



Central Idex Environnement Picardie

- **Localização:** Amiens, França
- **Empresa envolvida:** IES Biogas
- **Projeto:** Modernização da central da Idex Environnement Picardie
- **Capacidade de tratamento:** 20.000 toneladas/ano de resíduos do setor de retalho e restauração
- **Produção de biogás:** 2,2 milhões de m³ de biogás por ano
- **Produção de eletricidade:** 6 milhões de kWh por ano
- **Investimento total:** 20 milhões de euros
- **Tecnologias implementadas:**
 - Pré-tratamento de resíduos com desembalagem
 - Pasteurização com sistema regenerativo
 - Digestão anaeróbia
 - Separação dos digestores



Fonte: <https://www.biogasworld.com/news/ies-biogas-giving-food-waste-a-second-life/>

© INEGI todos os direitos reservados

PROJETOS BIOMETANO



Central Assoro

- **Localização:** Assoro, Sicília, Itália
- **Empresa envolvida:** IES Biogas
- **Projeto:** Economia circular na central de Assoro
- **Produção de biometano:** 4.400 Nm³ de biometano a partir de resíduos agroindustriais (como resíduos de citrinos e bagaço de azeitona)
- **Impacto ambiental:**
 - Abastecimento para quase 3 000 automóveis
 - Poupança de 3 400 tep
 - Redução de 8 580 toneladas de CO₂ na atmosfera



PROJETOS BIOMETANO



Central IMC Guzzo

- **Localização:** Província de Vicenza, Itália
- **Empresa envolvida:** AF Bioenergie
- **Projeto (AF Bioenergie):**
 - Capacidade de tratamento: 660 toneladas de resíduos e subprodutos da indústria leiteira por dia
 - Produção de biometano: 9,4 milhões de Nm³ de biometano avançado por ano
 - Destino: Alimentação da rede nacional de gás
 - Impacto ambiental:
 - Abastecimento de 6 380 veículos por ano
 - Poupança de 7 300 toneladas de equivalente de petróleo
 - Redução de 18 300 toneladas de CO₂ na atmosfera
- **Projeto (IMC Guzzo):**
 - Resíduos tratados: 6,4 toneladas de resíduos de matadouros por dia
 - Produção de eletricidade: 2,46 milhões de kWh por ano a partir de biogás
 - Em operação há vários anos



Fonte: <https://www.biogasworld.com/news/ies-biogas-giving-food-waste-a-second-life/>

© INEGI todos os direitos reservados

PROJETOS BIOMETANO

Arla Foods

- **Empresa envolvida:** Arla Foods
- **Localização:** Finlândia (iniciativa com veículos a biogás desde 2019)
- **Projeto:** Utilização de biogás, proveniente de produção local, para transporte de produtos
- **Ensaio de biogás:**
 - Em 2020, testes com biogás derivado de estrume
 - Implementação de sete camiões permanentes alimentados a biogás
- **Impacto ambiental:** Redução das emissões dos veículos em 80%
- **Benefícios para agricultores:**
 - Subproduto da digestão anaeróbia (AD): fertilizante natural que reduz emissões nas explorações agrícolas

Fonte: <https://www.arlafoods.co.uk/food-for-thought/renewable-energy/>



- **Apoio à transição energética:**
 - 11% dos agricultores da Arla possuem um gerador de biogás nas suas explorações ou entregam estrume para produção externa
 - Alguns projetos de biogás iniciados pela própria Arla para acelerar a transição para combustível verde na frota de camiões de leite e veículos de distribuição



PROJETOS BIOMETANO

ABP Food Group

- **Ano de abertura:** 2015
- **Local:** Primeiro matadouro do mundo certificado como neutro em carbono em Ellesmere
- **Operação:** Resíduos de processamento de alimentos e óleo de cozinha usado utilizados para fornecer energia no local

- **Investimento de 2017:**
- **Valor:** 22 milhões de libras
- **Objetivo:** Produzir energia sustentável suficiente para abastecer 12 000 casas
- **Divisão:** ABP Food Group, através da sua divisão de energias renováveis, Olleco
- **Instalação:** Nova instalação de digestão anaeróbica de 15 MW em Aylesbury, Buckinghamshire

Fonte: <https://abpfoodgroup.com/news/abp-food-group-renewable-energy-project>

© INEGI todos os direitos reservados



Food Group

PROJETOS BIOMETANO

ABP Food Group

- **Investimento de 2018:**
- **Objetivo:** Nova central de digestão anaeróbica
- **Capacidade de processamento:** 96 000 toneladas de resíduos alimentares por ano
- **Produção:**
 - Até 3,2 MW de eletricidade verde
 - 4,8 MW de calor renovável
- **Benefício:** Fornecimento de energia para 6 000 casas



Fonte: <https://abpfoodgroup.com/news/abp-food-group-renewable-energy-project>

© INEGI todos os direitos reservados



- **Iniciativa de 2023:**
- **Objetivo:** Economia circular gerando eletricidade renovável a partir do biogás para instalações de venda a retalho
- **Produção de biogás:** Realizada pela Progress Energy em Dromore Co. Down, através da digestão anaeróbica de subprodutos orgânicos de fábricas ABP em Newry e Lurgan
- **Conversão:** Biogás convertido em eletricidade verde pela empresa 3T Power
- **Impacto:** Satisfaz 100% das necessidades de eletricidade renovável das instalações de venda a retalho da ABP Linden

PROJETOS BIOMETANO

Nestlé

- **Ano de investimento:** 2016
- **Empresa envolvida:** Nestlé
- **Localização da central:** Parque industrial de Treize-Cantons, próximo à fábrica de engarrafamento Henniez
- **Financiamento e operação:** Central financiada, construída e explorada pelo **Groupe E Greenwatt**
- **Capacidade de utilização:**
- **Adubo agrícola:** 25 000 toneladas anualmente, proveniente de 27 explorações agrícolas da região
- **Resíduos orgânicos:** 3 800 toneladas de resíduos da produção da Nespresso e Nescafé
- **Produção de energia:**
- **Eletricidade:** 4 TWh
- **Calor:** 4,5 TWh, gerado pela queima do biogás em motor de cogeração
- **Utilização do calor:** Para a fábrica de engarrafamento da Nestlé Waters, com meta de energia renovável superior a 50%
- **Impacto ambiental:** Evita a emissão de 1.750 toneladas de CO₂ na atmosfera anualmente ao substituir energia de recursos fósseis



PROJETOS BIOMETANO

Bonduelle

- **Empresa envolvida:** Bonduelle
- **Localização da fábrica:** Nagykőrös, Hungria
- **Produtos fabricados:** Ervilhas, milho e feijão enlatados
- **Instalação:** Estação de tratamento de águas residuais, criando uma fonte significativa de biogás
- **Parceria:** A Veolia sugeriu o uso do biogás em uma pequena caldeira de reserva, pouco utilizada anteriormente
- **Resultados da implementação:**
 - Caldeira fornece 3 toneladas métricas de vapor industrial utilizado na fábrica
 - Taxa de recuperação de 100% do vapor gerado
- **Uso de biogás:** 50 a 60% do biogás gerado é usado para gerar calor na fábrica
- **Economia:** Quase 350.000 metros cúbicos de gás poupados

- **Redução de emissões:** 650 toneladas métricas de CO₂ evitadas anualmente
- **Benefícios económicos:**
 - Redução das faturas de energia em até 17%, dependendo da quantidade de biogás produzido



Fonte: <https://www.veolia.com/en/our-customers/achievements/industries/food-beverage/hungary-bonduelle>

© INEGI todos os direitos reservados

7.

INTRODUÇÃO DE GASES RENOVÁVEIS NA INDÚSTRIA ALIMENTAR

- Cenarização de possível integração dos gases renováveis
- Procura de gases renováveis
- Redução de emissões
- Alteração da matriz energética do mix do gás natural
- Resumo dos resultados do estudo
- Conclusões



INDÚSTRIA DE FUTURO

inegi driving science & innovation

Since 1986

FLOENE

ERSE

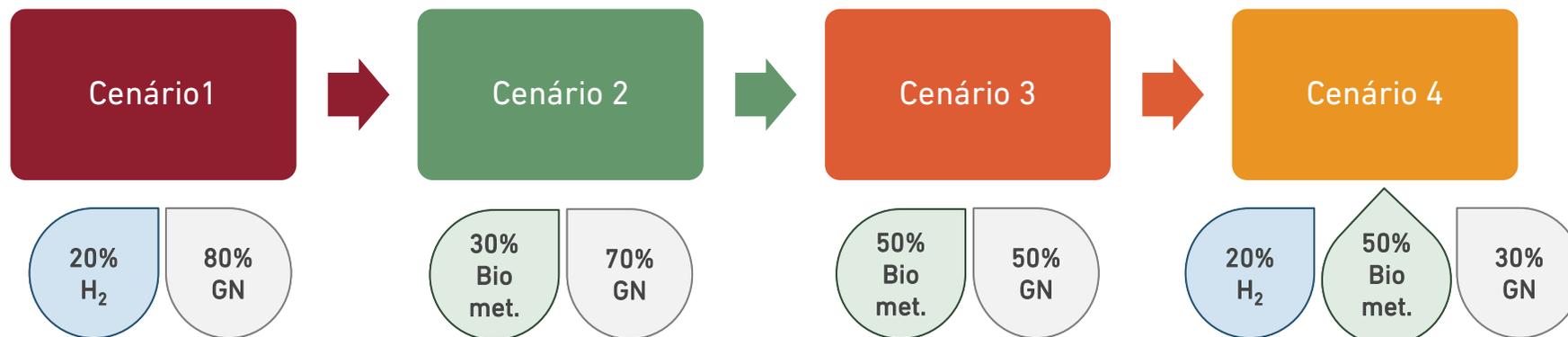
© INEGI todos os direitos reservados

58

INTRODUÇÃO DE GASES RENOVÁVEIS NA INDÚSTRIA ALIMENTAR

Cenarização de possível integração dos gases renováveis

- A descarbonização do setor do gás natural será gradual e aqui prevêem-se diferentes cenários de integração.
- O hidrogénio e o biometano, neutros carbonicamente, serão os gases reformadores do setor.
- São 4 os cenários em hipótese em adição ao cenário 0 (uso atual de GN).
- As substituições de GN por gases renováveis são feitas em volume.



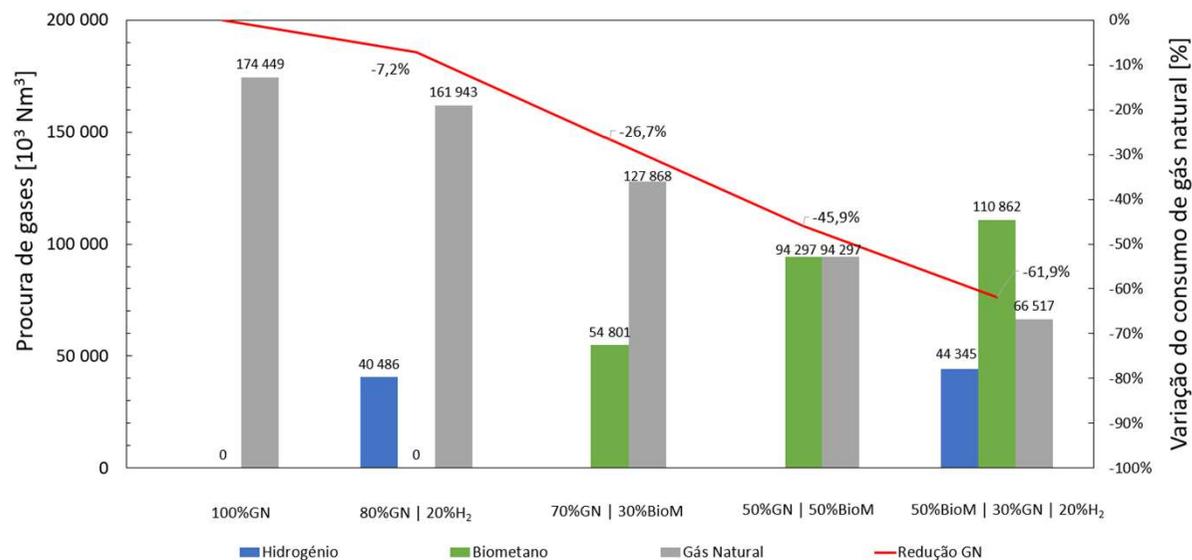
INTRODUÇÃO DE GASES RENOVÁVEIS NA INDÚSTRIA ALIMENTAR

Procura de gases renováveis

Procura de hidrogénio e o biometano e diminuição do consumo de GN

→ O PCI do biometano é bastante próximo do GN e, portanto, o volume de GN substituído é semelhante ao de biometano que substitui.

→ Já com o H₂, sendo o seu PCI cerca de 3 vezes inferior ao do GN, será necessário um maior volume de hidrogénio para substituir o mesmo conteúdo de GN.



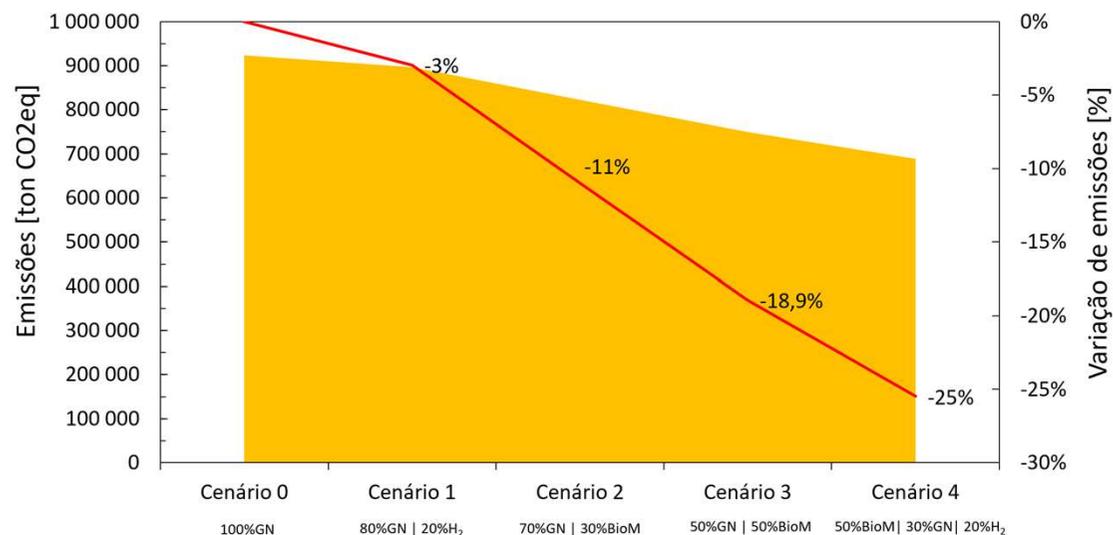
INTRODUÇÃO DE GASES RENOVÁVEIS NA INDÚSTRIA ALIMENTAR

Redução de emissões

Emissões de CO2 da Indústria Alimentar

→ As emissões absolutas do setor são consideravelmente diminuídas com a integração de gases renováveis.

→ O cenário 4 permite uma redução de 70% de consumo de GN, o que corresponde a uma redução de emissões de 25 % e corresponde a 70% do total das emissões de carbono do setor, no momento, produzidas pelo consumo de GN.



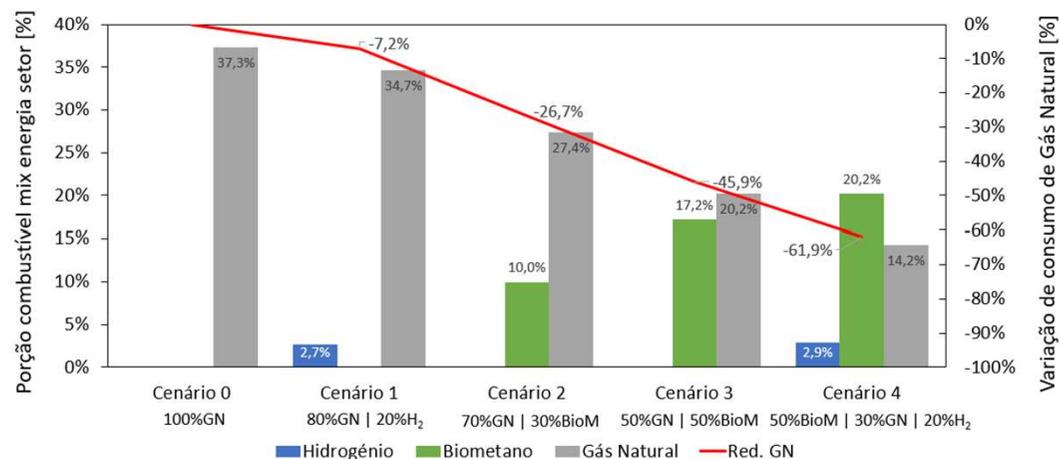
INTRODUÇÃO DE GASES RENOVÁVEIS NA INDÚSTRIA ALIMENTAR

Alteração da matriz energética do mix do gás natural

Alteração do mix energético de gases

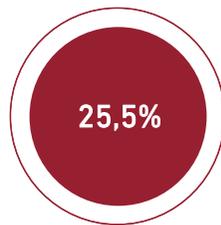
→ Como já referido, o biometano, tendo um PCI poderá bastante próximo do GN, permite influir, de forma mais destacada, na diminuição do consumo de GN.

→ O hidrogénio terá sempre uma menor influência no mix energético, ainda para mais se a percentagem de introdução for de 20% (corresponde a cerca de 6 a 7% do conteúdo energético do GN).



INTRODUÇÃO DE GASES RENOVÁVEIS NA INDÚSTRIA ALIMENTAR

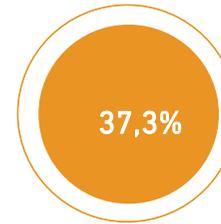
Resumo dos resultados do estudo



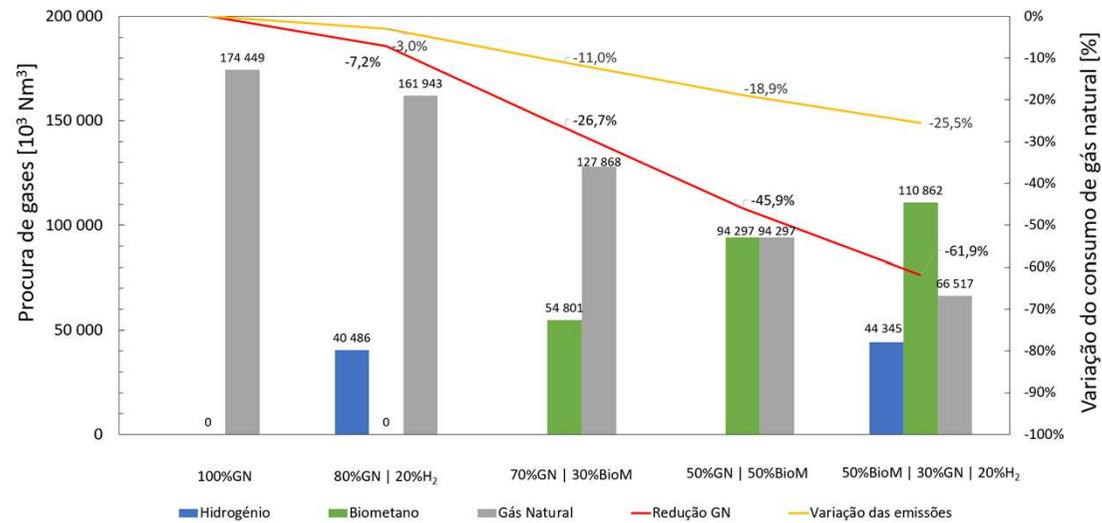
Potencial de redução de emissões



A partir do Cenário 2



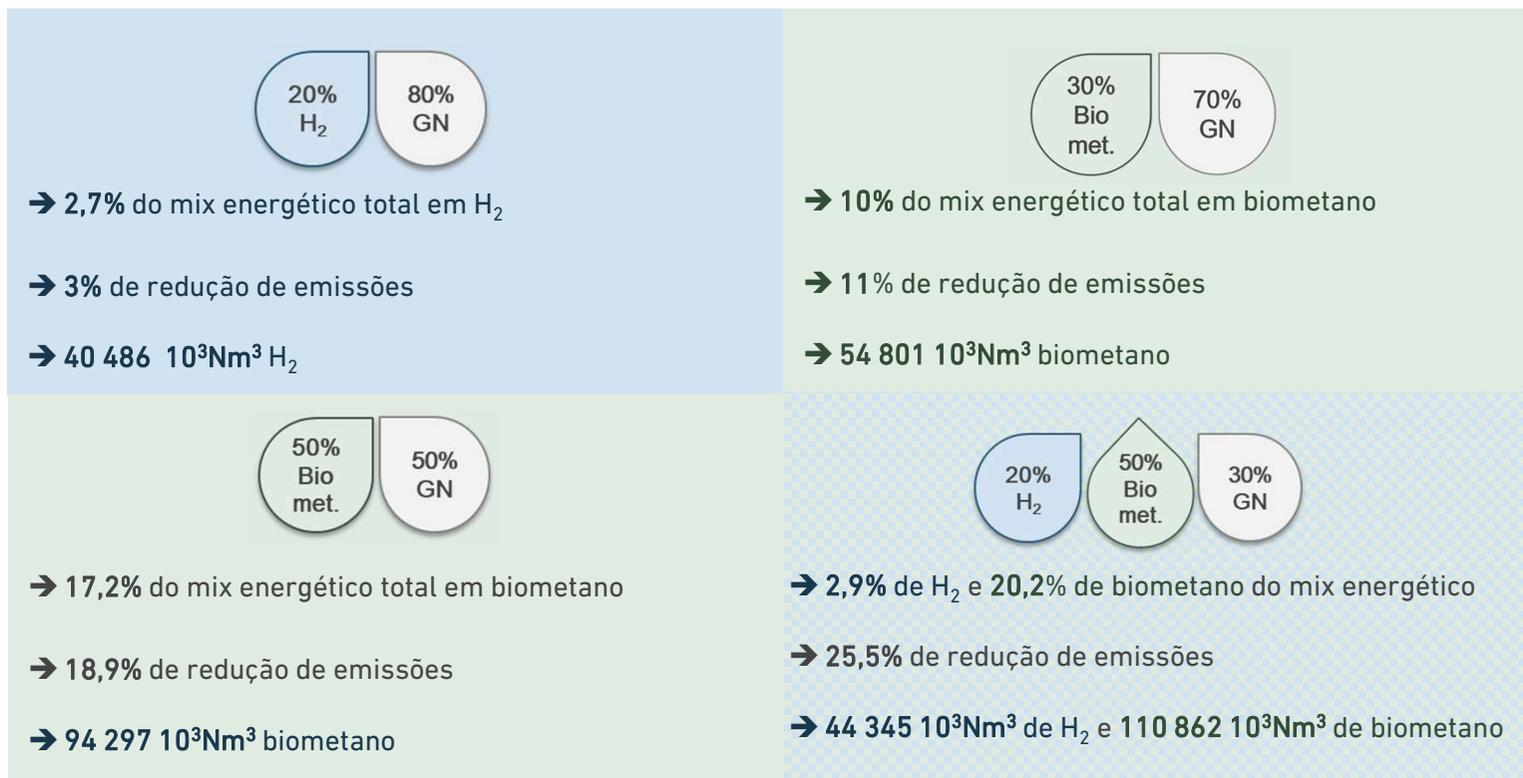
Energia do setor possível de descarbonizar (GN)



© INEGI todos os direitos reservados

INTRODUÇÃO DE GASES RENOVÁVEIS NA INDÚSTRIA ALIMENTAR

Resumo da cenarização | Integração de gases renováveis na Indústria Alimentar





OBRIGADA

Ana Magalhães

amagalhães@inegi.up.pt

**INSTITUTO DE CIÊNCIA E INOVAÇÃO EM
ENGENHARIA MECÂNICA E ENGENHARIA INDUSTRIAL**

www.inegi.pt



U.PORTO

**MAIS DE 35 ANOS
A CONVERTER
CONHECIMENTO
EM VALOR**

Since 1986

