



O papel do hidrogénio nos edifícios residenciais, análise ao caso português

BERNARDO BARBOSA DA SILVA

outubro de 2024

O papel do hidrogénio nos edifícios residenciais, análise ao caso português

Bernardo Barbosa Silva

**Relatório de Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Energias
Sustentáveis.**

Orientador: Professor Doutor Tiago Branco de Andrade

Júri:

Presidente:

Olga dos Remédios Sobral Castro, Professor Adjunto

ISEP, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Vogal:

Lucas Ricardo Cardoso Marcon, Investigador Coordenador

INEGI, Instituto de Ciências e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia
Industrial

Tiago Branco de Andrade, Professor Adjunto Convidado

ISEP, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Porto, 13 de outubro 2024

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao meu Orientador, Engenheiro Tiago Andrade, pelo apoio contínuo e enriquecedor na elaboração desta dissertação.

Em segundo lugar, agradecer aos meus pais, Nelsa e Luís, por todo o apoio e suporte ao longo do meu percurso académico. Um agradecimento especial também à minha namorada que me apoiou sempre na realização da minha dissertação.

Por fim, agradecer aos meus amigos por tudo o que fizeram por mim durante o meu percurso académico.

Bernardo Barbosa Silva

RESUMO

Atualmente, cerca de 19% da energia produzida é utilizada em edifícios residenciais, pelo que, com os objetivos e metas definidas pela comunidade internacional para a descarbonização e para a sustentabilidade, é necessário recorrer a novas fontes de produção de energia.

Tendo por base os referidos objetivos e metas da descarbonização, o hidrogénio é uma das possíveis alternativas, desde logo por se apresentar como um vetor de energia mais sustentável e limpo, em relação aos demais combustíveis fósseis, tendo este uma distribuição em abundância por todo o planeta.

Neste seguimento, nesta dissertação iremos avaliar a viabilidade na utilização do hidrogénio nos edifícios residenciais, como alternativas aos usuais combustíveis fósseis usados.

São, nesta dissertação, apresentados os processos de produção de hidrogénio, as aplicações e cadeias de valor do mesmo, sendo analisado o estado das infraestruturas de produção, distribuição e armazenamento de hidrogénio, com ênfase no caso português.

Foi elaborado um caso de estudo, tendo como objetivo, a avaliação energética, económica e ambiental do impacto e da viabilidade do hidrogénio nos edifícios residenciais a nível nacional, analisando desta forma a viabilidade do mesmo. Concluiu-se que o hidrogénio trará reduções a nível ambiental de produção de carbono em cerca de 7,88% no cenário 2, no entanto trará um aumento a nível energético de 15% e um aumento de 2,72% do custo económico em comparação ao cenário 1.

Posto isto, a introdução de hidrogénio é uma alternativa viável para a aplicação nos edifícios residenciais no seguimento do PNEC, no entanto aumenta os custos económicos e energéticos nos edifícios residenciais.

Palavras Chave

Edifícios residenciais, Sustentabilidade, Hidrogénio, Caso português

ABSTRACT

Currently, around 19% of the energy produced is used in residential buildings, so with the objectives and targets set by the international community for decarbonization and sustainability, it is necessary to turn to new sources of energy production.

Based on these decarbonization objectives and targets, hydrogen is one of the possible alternatives, as it is a more sustainable and cleaner energy source compared to other fossil fuels, which are abundantly distributed throughout the planet.

With this in mind, this dissertation will assess the feasibility of using hydrogen in residential buildings as an alternative to the usual fossil fuels used.

This dissertation presents hydrogen production processes, applications and value chains, and analyzes the state of hydrogen production, distribution and storage infrastructures, with an emphasis on the portuguese case.

A case study was drawn up with the aim of making an energy, economic and environmental assessment of the impact and viability of hydrogen in residential buildings at a national level. It was concluded that hydrogen will bring environmental reductions in carbon production of around 7.88% in scenario 2, but will bring an increase in energy of 15% and an increase of 2.72% in economic cost compared to scenario 1.

In conclusion, the introduction of hydrogen is a viable alternative for application in residential buildings following the PNEC, however it increases the economic and energy costs in residential buildings.

Keywords

Residential buildings, Sustainability, Hydrogen, portuguese case

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract	vii
Índice geral.....	ix
Índice de figuras.....	xi
Índice de tabelas	xiii
Lista de abreviaturas.....	xv
Lista de símbolos	xv
Capítulo 1	1
1 - Introdução	1
1.1 - Enquadramento do tema	1
1.2 - Objetivos do trabalho.....	2
1.3 - Estrutura do relatório	2
Capítulo 2.....	5
2 - Revisão bibliográfica	5
2.1 - Enquadramento e contexto histórico	5
2.2 - Propriedades do hidrogénio	7
2.3 - Produção de hidrogénio	7
2.3.1 - Fontes de energia renováveis e não renováveis.....	8
2.3.2 - Processos de produção de hidrogénio.....	9
2.4 - Aplicabilidades do Hidrogénio	19
Capítulo 3.....	21
3 - Desenvolvimento.....	21
3.1 - Análise do hidrogénio como combustível sustentável	21
3.2 - Aplicações práticas do hidrogénio.....	22
3.2.1. Produção de eletricidade: Power-to-Power (P2P)	24
3.2.2. Soluções de Mobilidade: Power-to-Mobility (P2M)	24
3.2.3. Produção de Calor: Power-to-Gas (P2G).....	26
3.2.4. Produção de Calor: Power-to-Industry (P2I).....	26
3.2.5. Síntese de Combustível Sintético: Power-to-SynFuel (P2Fuel)	27
3.3. Análise da produção do hidrogénio e das infraestruturas de distribuição e armazenamento em Portugal	30
3.3.1. Produção de hidrogénio	30
3.3.2. Infraestruturas de distribuição	32
3.3.3. Infraestruturas de armazenamento	34

3.4. Necessidades energéticas dos edifícios residenciais	36
3.5. Pressupostos para enquadramento do caso de estudo	40
Capítulo 4.....	43
4 - Caso de estudo	43
Capítulo 5.....	61
5 - Discussão de resultados	61
5.1 - Apresentação dos resultados do caso de estudo	61
5.2 - Discussão de resultados	62
Capítulo 6.....	65
6 - Conclusão	65
6.1 - Conclusões finais	65
6.2 - Limitações e trabalhos futuros.....	66
Referências bibliográficas	67
Apêndices	71
Apêndice A – Desenho rede de gás moradia.....	71
Apêndice B – Ficha técnica placa a gás.....	75
Apêndice C – Ficha técnica caldeira a gás	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo do hidrogénio como vetor de energia (Momirlan & Veziroglu, 2005)	6
Figura 2 - Métodos de produção de hidrogénio (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)	7
Figura 3 - Processo de pirólise da biomassa (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)	10
Figura 4 - Processo de gaseificação da biomassa (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)	10
Figura 5 - Processo de biofotólise direta (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)	11
Figura 6 - Processo de biofotólise indireta (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)	11
Figura 7 - Processo de fermentação escura (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)	11
Figura 8 - Processo de fermentação fotossintética (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)	12
Figura 9 - Processo de fermentação multiestágio (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)	12
Figura 10 - Processo de divisão de água através de termólise (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)	13
Figura 11 - Processo de divisão de água através de foto-eletrólise (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)	14
Figura 12 - Processo de reforma a vapor (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)	15
Figura 13 - Processo de oxidação parcial (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)	16
Figura 14 - Processo de reforma auto-térmica (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)	17
Figura 15 - Processo de pirólise de hidrocarbonetos (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)	17
Figura 16 – Percentagem de produção de gases na combustão de diferentes combustíveis (Marland & Rotty, 1984)	22
Figura 17 - Evolução da Produção de Eletricidade em Portugal Continental entre 2000 e 2023 (APREN, 2024)	23
Figura 18 - Cadeia de valor do hidrogénio P2M (Direção-Geral de Energia e Geologia, 2019b)	25
Figura 19 – Cadeia de valor do hidrogénio P2Fuel utilizando H ₂ na síntese de combustíveis sintéticos (Direção-Geral de Energia e Geologia, 2019b)	28
Figura 20 - Cadeias de valor do hidrogénio (Garcia-Navarro et al., 2023)	28
Figura 21 - Escala de cores do hidrogénio (Panić et al., 2022)	31
Figura 22 – Previsão do tipo de hidrogénio produzido por país após 2020 (Ikonnikova et al., 2023)	31
Figura 23 - Rede de gasodutos nacional (REN, 2024b)	33
Figura 24 - Métodos de armazenamento de hidrogénio (Bairrão et al., 2023)	36

Figura 25 - Consumo de energia por setor de atividade económica (Direção geral de Energia e Geologia, 2024)	37
Figura 26 – Percentagem de tipologia de energia final nas habitações por tipo de combustível (Palma et al., 2023).....	38
Figura 27 - Consumo de energia final nas habitações por tipo de uso (Palma et al., 2023)	38
Figura 28 - Consumo de energia nas habitações por fonte de energia (Palma et al., 2023)	39
Figura 29 - Piso 0 moradia	44
Figura 30 - Dimensionamento de ramais de edifício (REN PORTGÁS - DISTRIBUIÇÃO, 2019).....	45
Figura 31 - Caudal máximo por tipologia de contador (REN PORTGÁS - DISTRIBUIÇÃO, 2019).....	45
Figura 32 - Rede de gás da moradia.....	46
Figura 33- Placa a gás Bosch PCP6A5B90 (Bosch, 2024)	47
Figura 34 - Parâmetros gerias da moradia (TEK Biomasse, 2024)	48
Figura 35 - Características construtivas das paredes da moradia (TEK Biomasse, 2024)	48
Figura 36 - Características construtivas das janelas e portas da moradia (TEK Biomasse, 2024)	49
Figura 37 - Necessidades energéticas anuais, para dimensionamento da caldeira (TEK Biomasse, 2024)	49
Figura 38 - Caldeira condensação Vulcano Aquastar Connect ACP 30/35C (Vulcano, 2024)	50
Figura 39 - Conversão de m3 para kWh no GN (REN PORTGÁS - DISTRIBUIÇÃO, 2024)	51
Figura 40 - Converter kWh em GJ (FreeConvert, 2024)	51
Figura 41 - Pressupostos macroeconómicos para preparação do PNEC 2030 (Direção-Geral de Energia e Geologia, 2018)	52
Figura 42 - Propriedades do gás natural consumido em Portugal (Floene)	53

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Métodos de produção de hidrogénio.....	19
Tabela 2 - Aplicabilidades do hidrogénio por cadeia de valor no mercado português	29
Tabela 3 - Consumo anual para cozinhar	47
Tabela 4 - Dados cenário 1	54
Tabela 5 - Dados cenário 2	56
Tabela 6 - Resultados cenário 1: 100% GN	61
Tabela 7 - Resultados obtidos cenário 2: 80% GN + 20% H2.....	62

LISTA DE ABREVIATURAS

- AQS – Águas quentes sanitárias
- AVAC – Aquecimento, ventilação e ar condicionado
- CCUS – *Carbon capture, utilization and storage*
- CO₂ – Dióxido de Carbono
- DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia
- H₂ – Hidrogénio
- IRENA – *International Renewable Energy Agency*
- LNG – *Liquid natural gas*
- PNEC – Plano Nacional Energia-Clima
- POX – *Partial oxidation*
- SCE – Sistema de Certificação Energética dos Edifícios
- SR – *Steam reforming*
- WGS – *Water-gas shift*

LISTA DE SÍMBOLOS

- ρ - Densidade (kg/m³)
- MM – massa molar (g/mol)
- PCS – Poder calorífico superior (MJ/kg)
- PCI – Poder calorífico inferior (MJ/kg)

CAPÍTULO 1

1 - Introdução

1.1 - Enquadramento do tema

O hidrogénio é o elemento mais abundante da natureza e com o maior poder calorífico por unidade de massa, pelo que, a produção de energia através deste vetor poderá ser renovável ou não renovável, dependendo da metodologia aplicável para obtenção do hidrogénio, e poderá ser, ou não, sustentável.

As necessidades energéticas dos edifícios residenciais em Portugal representam, atualmente, uma parcela de 30% da energia consumida em Portugal. (Direção Geral de Energia e Geologia, 2024). Esta quantidade significativa de energia consumida nestes edifícios provém de diversas fontes de energia, pelo que, no seguimento das diretivas nacionais e internacionais, remetem para a premissa das fontes de energia sustentáveis e menos poluentes.

Devido aos compromissos a nível nacional e internacional, nos últimos anos, houve uma aposta por parte das empresas e instituições, públicas e privadas, no estudo e uso do hidrogénio como fonte de energia para os diversos usos da mesma. Devido aos elevados consumos de energia dos edifícios residenciais, uma das principais preocupações deve-se aos custos económicos e ambientais.

Neste seguimento, esta dissertação irá ter como foco o desenvolvimento da análise do papel do hidrogénio nos edifícios residenciais, sendo o caso português mais aprofundado, onde iremos abordar a viabilidade de implementação de uso deste vetor de energia quer a nível energético, ambiental e económico.

1.2 - Objetivos do trabalho

Esta dissertação desenvolve-se no objetivo de analisar as aplicações do hidrogénio nos edifícios residenciais, especialmente as aplicações deste em Portugal, tal como introduzido na secção anterior desta dissertação.

De forma a explicitar melhor o tema abordado nesta dissertação, será explicitado através dos pontos abaixo inumerados, os principais objetivos propostos e as principais características do hidrogénio neste contexto:

- Formas de obtenção do hidrogénio;
- Aplicabilidade do hidrogénio como combustível;
- Estado atual do hidrogénio em Portugal;
- Consumos de energia associados aos edifícios residenciais;
- Análise da sustentabilidade associada ao hidrogénio como fonte de energia nos edifícios residenciais, no paradigma nacional;

1.3 - Estrutura do relatório

Para melhor interpretação e análise do trabalho realizado, este relatório foi dividido em seis capítulos principais.

O primeiro capítulo destina-se a introduzir as temáticas base que constituem o presente no trabalho, assim como os objetivos e a metodologia aplicada.

O segundo capítulo contempla o estado da arte e a revisão bibliográfica, estando este dividido em quatro subcapítulos.

No terceiro capítulo desenvolve-se a temática da aplicabilidade do hidrogénio, analisando mais em detalhe o caso português, contendo exemplos dos processos da produção, e a análise das infraestruturas e aplicação do hidrogénio a nível nacional.

Relativamente ao quarto capítulo, nele é abordado um caso de estudo acerca da aplicabilidade do hidrogénio num edifício residencial em Portugal.

Em relação ao quinto capítulo, neste são apresentadas e discutidas as conclusões dos resultados obtidos nesta dissertação.

Por último, apresentam-se as conclusões da dissertação e as limitações e as sugestões para um prosseguimento do trabalho futuro.

CAPÍTULO 2

2 - Revisão bibliográfica

No presente capítulo desta dissertação serão abordadas as quatro principais secções que permitem estabelecer a ligação com o restante conteúdo abordado posteriormente. Em detalhe, na primeira secção será elaborado o enquadramento histórico do hidrogénio e será introduzido o hidrogénio como elemento. Na segunda secção, explicita-se as principais propriedades do hidrogénio. Na secção seguinte, refere-se aos métodos de produção do hidrogénio, quer a nível renovável ou não renovável. Seguidamente e, por último, são abordadas as principais aplicabilidades do hidrogénio.

2.1 - Enquadramento e contexto histórico

O hidrogénio é o primeiro elemento da tabela periódica onde é apresentada a sua estrutura atómica simples, sendo constituído apenas por um próton e um eletrão. Consiste também no elemento mais abundante de todo o universo, complementando cerca de 75 % da massa deste.

Apesar de este ter uma abundância tão elevada, este não se encontra no seu estado de molécula diatómica, mas sim combinado com outros elementos, tomando como exemplo o caso da água (H_2O), que se trata da combinação de oxigénio, hidrogénio ou o caso dos hidrocarbonetos que representam compostos orgânicos que são utilizados para a produção de combustíveis. (Pinto & Martins Da Silva, 2017)

Quando se dissocia H_2 de outros elementos, este revela-se um gás incolor, inodoro e insípido, sendo também classificado como não tóxico. Este é um gás caracterizado por ser altamente inflamável, com concentrações entre 4% e 75% por volume de ar. A energia necessária para inflamá-lo é muito pequena e, em algumas condições a pressões elevadas, pode ocorrer auto-inflamação.

O hidrogénio, tal como referido anteriormente, encontra-se combinado com outros elementos, pelo que, para ser isolado, é necessário recorrer-se à utilização de energia na dissociação de uma fonte primária, o que faz do hidrogénio, tal como a eletricidade, um vetor energético e não uma fonte de energia. (Pinto Morgado, 2020)

O átomo de hidrogénio foi descoberto em 1766, por Henry Cavendish, através da decomposição da água, mas o nome que lhe conhecemos hoje, foi dado por Lavoisier. (Esmeralda Rodrigues Estêvão & Tomé Ribeiro, 2008; Szydło, 2020)

Cavendish desenvolveu um aparelho de medição de volume de subprodutos resultantes de reações químicas. Durante uma das suas experiências, percebeu que a água não era uma substância fundamental, mas sim um composto químico com diferentes elementos na sua estrutura. Com o desenvolvimento das suas pesquisas, descobriu o hidrogénio. Esta descoberta permitiu o desenvolvimento de um elemento que permitia os balões de ar quente voar através de um elemento mais leve que o ar. (Szydło, 2020)

Na Figura 1 são demonstrados os vários estados no ciclo do vetor de energia hidrogénio, desde as fontes primárias de energia, passando pela produção do hidrogénio, contemplando o transporte, o armazenamento até ao consumo nos diversos usos desta energia.

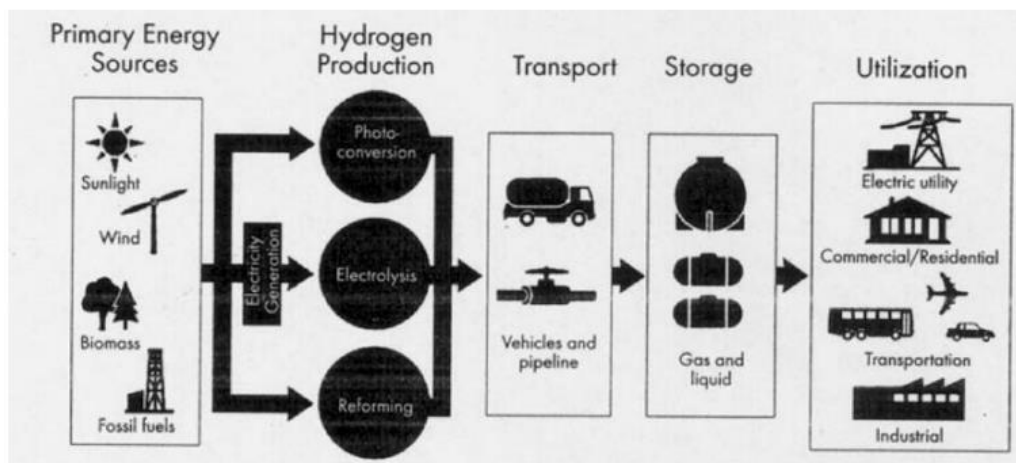


Figura 1 - Ciclo do hidrogénio como vetor de energia (Momirlan & Veziroglu, 2005)

2.2 - Propriedades do hidrogénio

O hidrogénio destaca-se por se difundir mais rapidamente que qualquer outro gás, tendo este uma massa volúmica de $0,08967 \text{ kg/m}^3$, sendo cerca de 14 vezes mais leve que o ar e 8 vezes mais leve que o gás natural. Trata-se também do elemento que contém o maior poder calorífico inferior de cerca de 120 MJ/kg . (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)

A chama do hidrogénio não é visível à luz do dia, uma vez que a sua emissividade é muito baixa, emitindo uma luz pouco radiante na faixa do espectro visível, menor do que nos outros combustíveis fósseis. Esta característica torna o hidrogénio menos perigoso em caso de acidente porque a radiação transmitida é menor, no entanto, pode não ser possível perceber a sua existência facilmente.

2.3 - Produção de hidrogénio

A produção de H_2 pode ser feita a partir de quatro tipos principais de processos, sendo estes: o processo da biomassa, a divisão da água, o processo de reforma dos hidrocarbonetos e a pirólise de hidrocarbonetos. Estes processos são divididos em vários subprocessos, conforme é exposto na Figura 2. (Nikolaidis & Poullikkas, 2017; Panić et al., 2022)

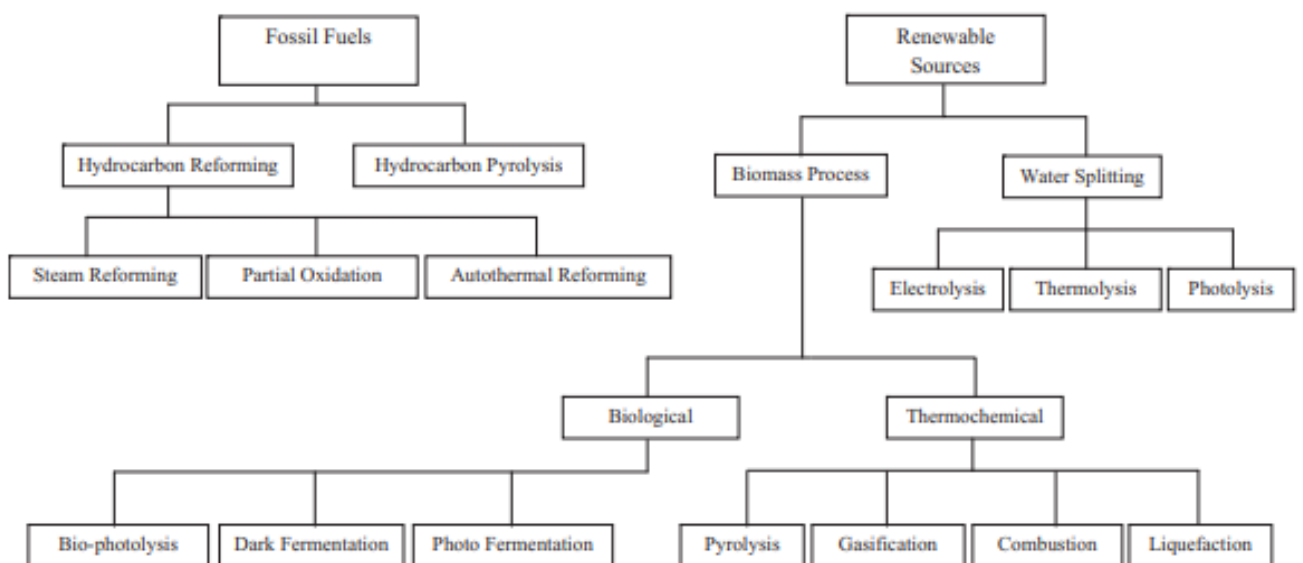


Figura 2 - Métodos de produção de hidrogénio (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)

Estes processos poderão recorrer a dois tipos de fontes de energia: fontes renováveis e fontes não renováveis.

De forma a caracterizar as diferentes formas de produção de hidrogénio, tem se aplicado um código de cores para identificar as diferentes fontes de produção de hidrogénio: preto, cinzento, castanho, azul, verde, entre outros. (Panić et al., 2022; Pinto Morgado, 2020) Este código de cores será explicado no ponto 3.1 desta dissertação.

2.3.1 - Fontes de energia renováveis e não renováveis

A distinção entre fontes de energia renováveis e não renováveis deve-se ao tipo de processos usados na produção de energia. (Dincer & Acar, 2014) Enquanto as energias renováveis são provenientes de recursos renováveis, como o vento e a energia solar, as não renováveis são provenientes de fontes esgotáveis e produtoras de gases de efeito estufa, como a queima de hidrocarbonetos.

➤ Fontes de energia não renováveis

O recurso a fontes de energia não renováveis para a produção de hidrogénio são, atualmente, as mais usadas. A energia gerada através destas fontes tem uma pegada ecológica superior, tendo vários subprodutos produzidos através da sua geração. Os principais processos de produção desta tipologia são a queima de hidrocarbonetos e as centrais de produção energia nuclear.

➤ Fontes de energia renováveis

As fontes de produção de hidrogénio renovável são, atualmente, secundárias em relação à produção a partir de fontes não renováveis.

A aposta internacional e o desenvolvimento das tecnologias já existentes têm permitido um grande desenvolvimento e aposta nestas fontes de energia, sendo, as

principais, a energia solar, a energia hídrica, a energia geotérmica, a energia eólica, a energia da biomassa e a energia das ondas.

2.3.2 - Processos de produção de hidrogénio

Conforme exposto acima, a produção de hidrogénio ocorre através de quatro tipos de processos, tendo estes vários subprocessos, abaixo explicitados, recorrendo a fontes de energia renováveis ou não renováveis.

➤ Processo da biomassa

A biomassa é uma fonte renovável de energia primária, derivada de material vegetal e animal, como culturas energéticas, resíduos agrícolas, madeira, gramíneas, resíduos industriais, animais e urbanos, e vários outros materiais.

A produção através da biomassa tem dois tipos de processos: processo termoquímico e processo biológico. Embora o processo biológico cause menor impacto ambiental e com menor necessidade de energia, uma vez que operam em condições idênticas às ambiente, este processo fornece baixa taxa de rendimento de produção de hidrogénio, sendo este rendimento dependente da matéria-prima utilizada. Por outro lado, o processo termoquímico é mais rápido e oferece um rendimento estequiométrico superior na produção de hidrogénio, sendo a gasificação uma opção com elevado interesse devido às considerações económicas e ambientais. (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)

Processo termoquímico

Os processos termoquímicos constituem a técnica através da qual a biomassa pode ser transformada em hidrogénio e gases ricos em hidrogénio. A tecnologia termoquímica envolve, principalmente, a pirólise e a gasificação, conforme é ilustrado abaixo pela Figura 3 e pela Figura 4, respetivamente. Ambos os processos de conversão produzem, entre outros produtos gasosos, CH₄ e CO. Estes poderão ser processados, posteriormente, para maior produção de hidrogénio, quer através da reforma a vapor, quer da reação de *shift* da água. Além dessas técnicas, a combustão

e a liquefação são dois métodos menos preferenciais, pois ambos oferecem baixa produção de hidrogénio, com o primeiro método a emitir subprodutos poluentes e o segundo, a requerer condições operacionais complexas de serem alcançadas, sendo estas de 5 a 20 MPa, na ausência de ar.

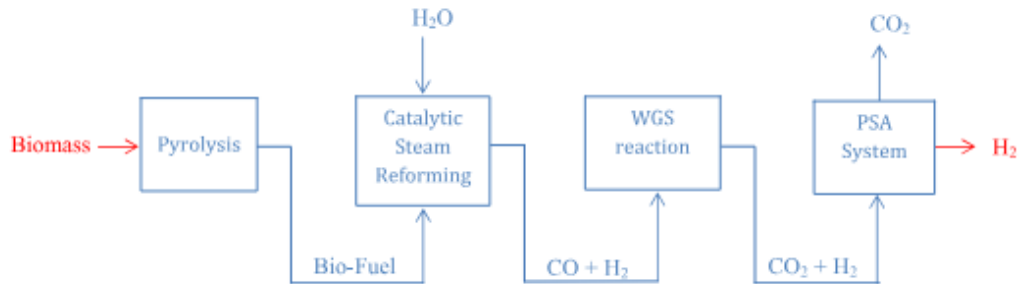


Figura 3 - Processo de pirólise da biomassa (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)

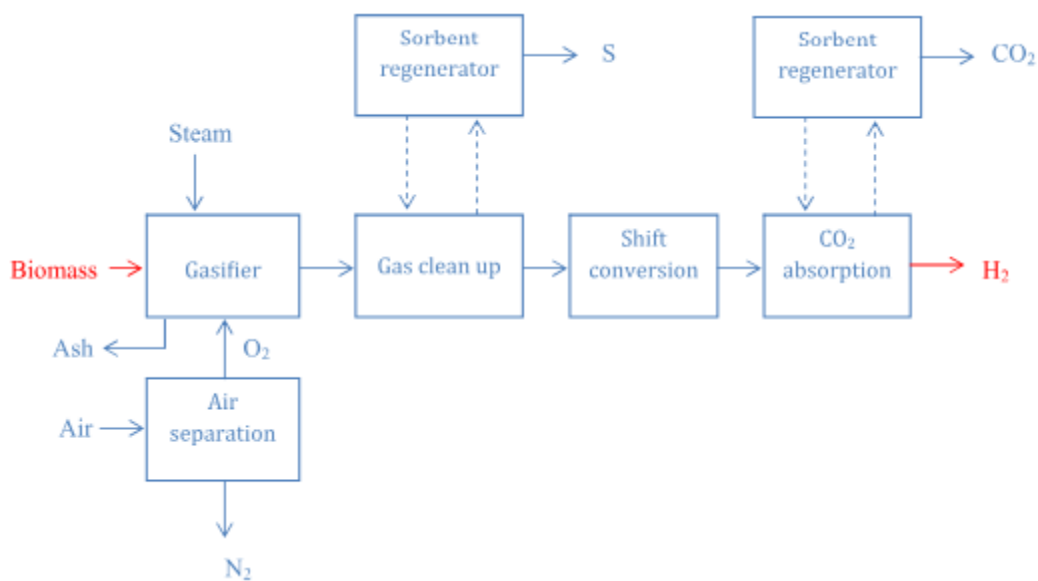


Figura 4 - Processo de gaseificação da biomassa (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)

Processo biológico

Os processos biológicos de produção de hidrogénio envolvem a utilização de microrganismos que, através de processos de fermentação, degradam os materiais

orgânicos, convertendo estes em ácidos orgânicos. Estes ácidos geram hidrogénio como subproduto, no estado gasoso, utilizando tecnologias de bioprocessamento.

Os principais processos biológicos utilizados para a produção de hidrogénio no estado gasoso são a biofotólise direta e indireta, conforme exposto na Figura 5 e na Figura 6, e as fermentações escuras, fotossintéticas e multiestágio ou sequencial, demonstrado nas Figura 7, Figura 8 e Figura 9, respetivamente. A maioria dos processos biológicos opera à temperatura e pressão ambiente, tendo menor gasto em termos energéticos.

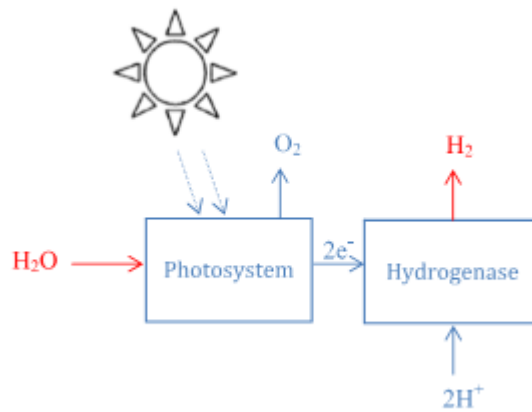


Figura 5 - Processo de biofotólise direta (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)

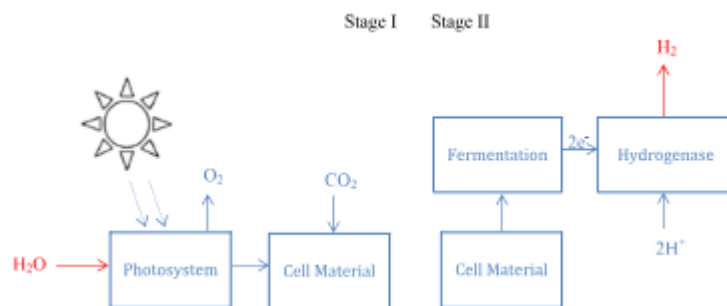


Figura 6 - Processo de biofotólise indireta (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)

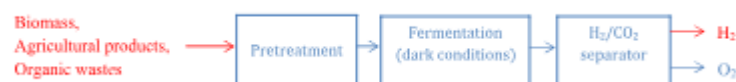


Figura 7 - Processo de fermentação escura (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)

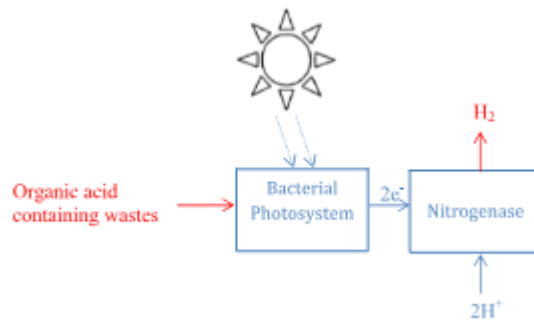


Figura 8 - Processo de fermentação fotossintética (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)

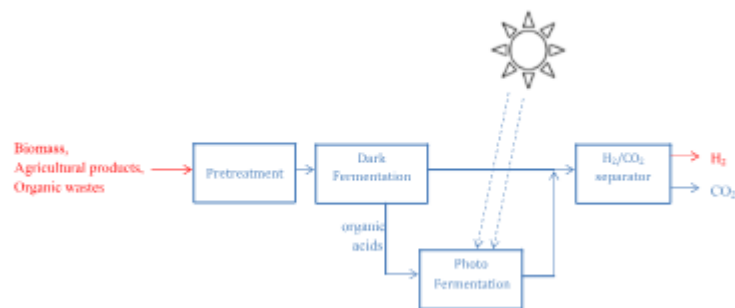


Figura 9 - Processo de fermentação multiestágio (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)

➤ Divisão da água

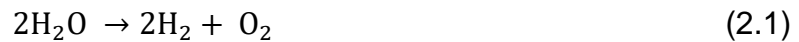
A produção de hidrogénio através da divisão da água é um tipo de processo para produção de H₂ alternativo ao processo da biomassa, tendo como principal vantagem o facto de a água ser umas das matérias-primas mais abundantes da Terra.

A produção de hidrogénio acontece partindo a molécula de água, processo denominado de *Water splitting*, podendo este ser realizado através de três formas: eletrólise, termólise e foto-eletrólise.

Se a energia usada neste processo for proveniente de fontes renováveis, o hidrogénio produzido será um vetor de energia limpo, designado hidrogénio verde.

Eletrólise

A eletrólise da água é um dos métodos mais comuns e estabelecidos para a produção de hidrogénio. Este processo utiliza a passagem de uma corrente elétrica na água que atravessa dois elétrodos, permitindo a dissociação da água H₂O em oxigénio O₂ e hidrogénio H₂ (2.1).



Este é o processo onde existe maior amplitude para a distinção da escala de cores do hidrogénio, de acordo com a fonte de energia usada para a produção de energia.

Dependendo do tipo de eletrólito e da temperatura de operação, as três principais tecnologias de eletrólise são: eletrólise alcalina, eletrólise de membrana permutadora de prótons e eletrólise de óxidos sólidos. (Nikolaidis & Poullikkas, 2017; Pinto Morgado, 2020)

Termólise

Termólise ou divisão termoquímica da água é o processo no qual a água é aquecida a uma alta temperatura até ser decomposta em hidrogénio e oxigénio, conforme ilustrado na Figura 10. Embora seja um processo simples, a decomposição da água não é executada até que a temperatura seja elevada, geralmente acima de 2500 °C. De forma a atingir estas elevadas temperaturas necessárias, recorre-se a energia fornecida por calor solar ou energia nuclear.

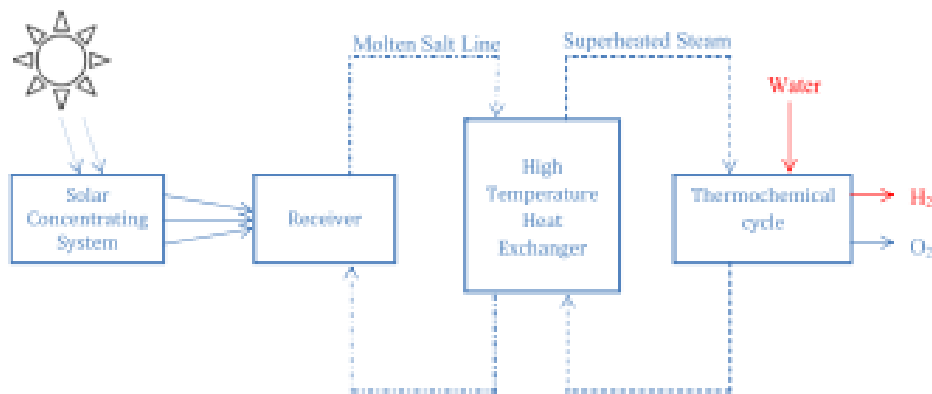


Figura 10 - Processo de divisão de água através de termólise (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)

Foto-eletrólise

O processo de foto-eletrólise baseia-se na utilização da radiação solar para provocar a reação de *Water Splitting*. Este método envolve a utilização de fotocatalisadores que absorvem a energia solar no espectro do visível e que, através de materiais semicondutores, nos elétrodos, desencadeiam a reação da quebra da molécula de água em O_2 e H_2 , semelhante a eletrólise. (Pinto Morgado, 2020) A Figura 11 demonstra o processo de foto-eletrólise.

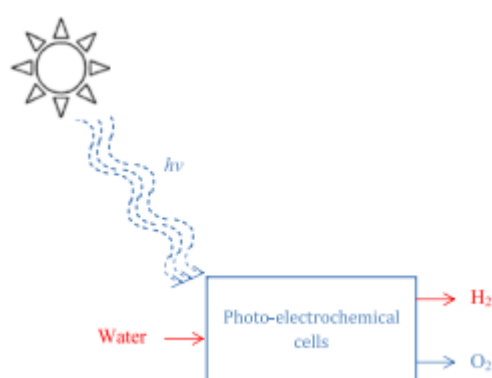


Figura 11 - Processo de divisão de água através de foto-eletrólise (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)

➤ Processo de reforma de hidrocarbonetos

O processo de produção de hidrogénio através da reforma de hidrocarbonetos é o processo pelo qual os compostos de hidrocarbonetos são convertidos em hidrogénio, através de reações químicas controladas.

Este é o processo de produção de hidrogénio atualmente dominante, sendo as principais fontes de matéria-prima o gás natural, com uma percentagem da produção total de 48%, seguido pelos óleos pesados e nafta, com 30%, e 18% a partir do carvão. (Dincer & Acar, 2014)

Neste processo de produção de hidrogénio, um dos reagentes, no processo de reforma, é o vapor de água, em que a reação endotérmica é denominada como reforma a vapor. Outro reagente é o oxigênio e, nesse caso, gera uma reação

exotérmica denominada como oxidação parcial. Quando as duas reações são combinadas, é denominado como reação auto-térmica. (Kothari et al., 2008)

Reforma a vapor

O método de reforma a vapor (SR) baseia-se na combinação do metano com vapor de água, em condições controladas de temperatura e pressão, resultando na produção de hidrogénio e monóxido de carbono (CO), também designado por gás síntese. Posteriormente, o CO é submetido a reações adicionais, de forma a produzir mais hidrogénio através do processo de mudança de água-gás (WGS), metanação ou purificação de gás. Na Figura 12, estão explícitas as várias etapas do processo de reforma a vapor.

As matérias-primas deste método poderão ser metano, gás natural e outros gases que contenham metano através de várias combinações de hidrocarbonetos leves, incluindo etano, propano, butano, pentano e nafta leve e pesada. (Dincer & Acar, 2014; Kothari et al., 2008)

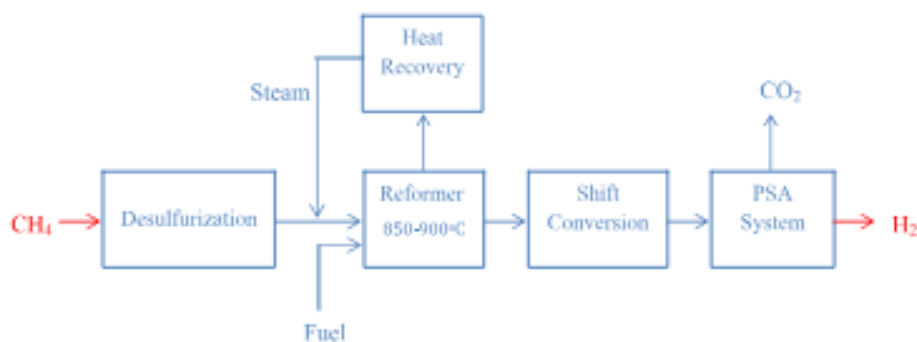


Figura 12 - Processo de reforma a vapor (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)

Oxidação Parcial

O método de oxidação parcial (POX) desenvolve-se através da conversão de oxigénio e hidrocarbonetos em hidrogénio e óxidos de carbono. Este processo pode ser catalítico, que ocorre a cerca de 950 °C, onde são utilizadas matérias-primas

como metano até nafta, enquanto o processo não catalítico, que ocorre a 1150–1315 °C, são utilizados hidrocarbonetos como metano, óleos pesados e carvão.

Após a remoção de enxofre dos hidrocarbonetos, O₂ puro é usado para oxidar parcialmente a matéria-prima de hidrocarbonetos, onde é produzido o gás de síntese, sendo este tratado posteriormente, utilizando o mesmo método que o gás produto do processo de reforma a vapor. Na Figura 13, são presentes as várias etapas da oxidação parcial, de forma esquematizada.

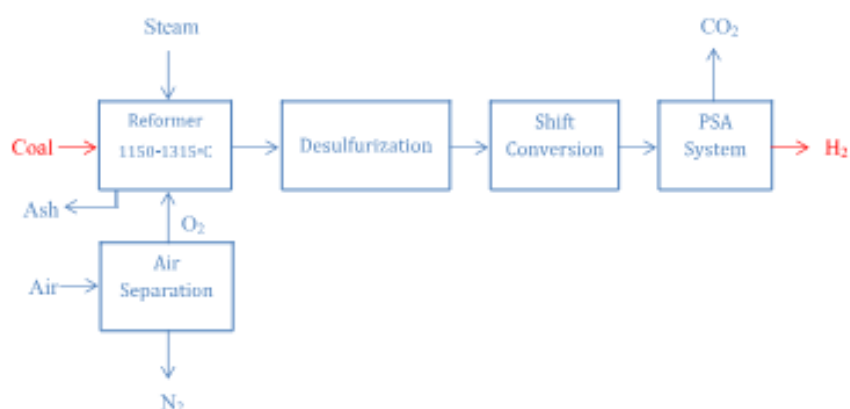
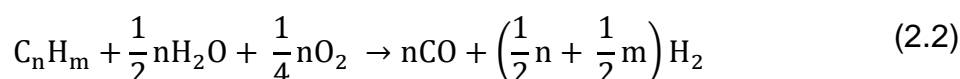


Figura 13 - Processo de oxidação parcial (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)

Reforma auto-térmica

Sobre o método de reforma auto-térmica, este é o método que utiliza a oxidação parcial exotérmica para fornecer calor à reforma a vapor, através da sua reação endotérmica, de forma a aumentar a produção de hidrogênio. Basicamente, vapor e água e oxigênio, ou ar, são injetados no reformador, gerando as reações de reforma e oxidação em simultâneo, como explicito na equação (2.2) e representação na Figura 14. (Dincer & Acar, 2014; Kothari et al., 2008; Nikolaidis & Poullikkas, 2017)



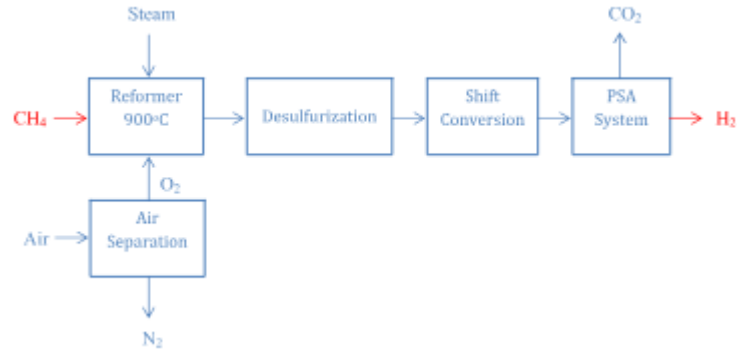


Figura 14 - Processo de reforma auto-térmica (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)

➤ Pirólise de hidrocarbonetos

A pirólise de hidrocarbonetos é um processo de produção de hidrogénio através de decomposição térmica, em que os hidrocarbonetos são aquecidos a altas temperaturas, na ausência de oxigénio. Isso gera a quebra das moléculas de hidrocarbonetos em compostos mais simples, como hidrogénio, carbono e compostos de carbono mais leves, como metano e etileno. Na Figura 15 está presente o processo da pirólise de hidrocarbonetos de forma esquematizada.

Esse método é frequentemente utilizado na produção de hidrogénio a partir de fontes de hidrocarbonetos como gás natural ou petróleo. (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)

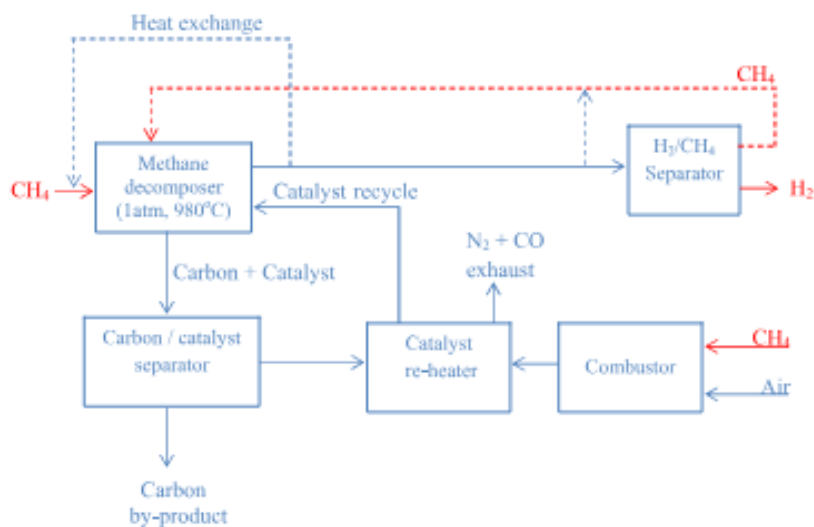


Figura 15 - Processo de pirólise de hidrocarbonetos (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)

Na Tabela 1 estão indicados todos os métodos de produção de hidrogénio, assim como, exemplos para cada um dos mesmos e ainda as principais vantagens e desvantagens de cada um dos referidos métodos de produção de hidrogénio.

Métodos de produção	Exemplo	Vantagens	Desvantagens
Processo termoquímico	Produção de hidrogénio através de resíduos vegetais	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização de resíduos de matéria orgânica - Processo mais célere e com maior rendimento em relação ao processo biológico 	<ul style="list-style-type: none"> - Produção de CO₂ - Necessidade de elevada temperatura e pressão
Processo biológico	Produção de hidrogénio através de algas	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura e pressão ambiente - Menor consumo de energia que o processo termoquímico 	<ul style="list-style-type: none"> - Produção de CO₂ - Tipos de biomassa específicos para o funcionamento do processo
Eletrólise	Produção de hidrogénio através da água	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologia simples com nível de conhecimento elevado - Produção de O₂ 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de energia elétrica para funcionamento do processo
Termólise	Produção de hidrogénio através da água	<ul style="list-style-type: none"> - Produção de O₂ 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de elevada temperatura - Equipamentos com elevados custos financeiros
Foto-eletrólise	Produção de hidrogénio através da água	<ul style="list-style-type: none"> - Recurso exclusivo a energia solar - Produção de O₂ 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo rendimento - Necessidade de equipamentos específicos para capturar o espectro da luz solar visível
Reforma a vapor	Produção de hidrogénio através do gás natural ou GPL	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologia com nível de conhecimento elevado - Possibilidade de recorrer a vários hidrocarbonetos gasosos como GPL e gás natural 	<ul style="list-style-type: none"> - Produção de CO₂ e N₂ - Necessidade de elevada temperatura e pressão
Oxidação parcial	Produção de hidrogénio através de carvão	<ul style="list-style-type: none"> - Recurso a hidrocarbonetos pesados como carvão ou óleos combustíveis 	<ul style="list-style-type: none"> - Produção de CO₂ e N₂ - Necessidade de elevada temperatura e pressão

Reforma auto-térmica	Produção de hidrogénio através do gás natural	- Recurso a vários tipos de hidrocarbonetos leves e pesados	- Produção de CO ₂ e N ₂ - Processo de elevada complexibilidade
Pirólise de hidrocarbonetos	Produção de hidrogénio através do gás natural	- Tecnologia com nível de conhecimento elevado - Apenas necessidade de hidrocarbonetos e oxigénio	- Produção de CO ₂ e N ₂ - Necessidade de elevadas temperaturas de água

Tabela 1 - Métodos de produção de hidrogénio

2.4 - Aplicabilidades do Hidrogénio

O hidrogénio, devido à sua abundância e distribuição, é uma das moléculas mais amplamente usadas para diversos setores, sendo maioritariamente utilizado o seu potencial reativo. (Ramachandran & Menont, 1998)

Nesta premissa e, devido aos múltiplos usos do hidrogénio, serão abaixo inumerados os principais usos deste:

- Como combustível para produção de energia elétrica e calorífica: O hidrogénio tem como uma das suas potencialidades a produção de energia, a partir da cisão da molécula de H₂, como descrita na equação (2.3). Esta é uma alternativa aos combustíveis fósseis, usualmente usados para produção de energia.



- Como combustível para veículos: Tal como os tradicionais combustíveis fósseis, o hidrogénio é um combustível para veículos, sendo este mais limpo, uma vez que gera apenas vapor de água, em vez de CO₂ ou outros gases de efeito estufa. O H₂ poderá ser um combustível em motores de combustão interna, tendo este uma utilização térmica, ou para geração de energia elétrica para veículos elétricos, tendo este uma utilização eletroquímica.

Uma aplicabilidade dentro desta temática da utilização como combustível para veículos, é a sua aplicabilidade como combustível para foguetões e veículos espaciais, devido ao seu elevado poder calorífico e ao seu baixo peso molecular. (Abe et al., 2019)

- Como forma de armazenamento de energia: A energia produzida através de fontes renováveis, como a energia solar ou eólica, tem, como grande inconveniente, o problema de não ser possível armazenar na sua forma de energia base, tendo esta de gerar energia elétrica. Uma forma a armazenar a energia elétrica produzida é através da produção de hidrogénio, sendo este armazenado para posterior uso, tendo a vantagem de permitir uma produção mais estável de energia elétrica em períodos de necessidade da rede elétrica. (Ramachandran & Menont, 1998)

- Como reagente nos processos de hidrogenação na indústria química: Os átomos de hidrogénio são usados como composto reagente para produzir compostos químicos de peso molecular menor, para saturar compostos químicos, para quebrar hidrocarbonetos e para remover compostos de enxofre e nitrogénio dos hidrocarbonetos. (Ostadi et al., 2020; Ramachandran & Menont, 1998)

- Como agente de remoção de O₂: A molécula de hidrogénio, devido às suas propriedades, se submetido a determinados parâmetros, tem a tendência de se fixar ao O₂. Por esse motivo, este é usado para remover quimicamente pequenas quantidades de oxigénio e prevenir a oxidação e corrosão de certos materiais. (Ostadi et al., 2020)

- Como refrigerante para motores de geradores de eletricidade: Devido às suas propriedades físicas, como a baixa viscosidade, este é usado como refrigerante de motores de geradores de eletricidade pois reduz o atrito no rotor e, conseqüentemente, a geração de calor do mesmo, reduzindo a carga de arrefecimento. (Ostadi et al., 2020)

Todos os usos do hidrogénio acima descritos carecem de diferentes parâmetros de pressão e temperatura, concentração e da presença de outros compostos químicos, para a sua utilização. (Abe et al., 2019; Ostadi et al., 2020; Ramachandran & Menont, 1998)

No caso de estudo desta dissertação, o uso do hidrogénio abordado será como combustível para produção de energia térmica.

CAPÍTULO 3

3 - Desenvolvimento

Neste capítulo, irão ser abordadas as propriedades do hidrogénio como combustível, as aplicabilidades práticas deste, as infraestruturas de produção, distribuição e armazenamento e as necessidades energéticas dos edifícios, sendo mais detalhado, o caso português.

3.1 - Análise do hidrogénio como combustível sustentável

Devido à crescente necessidade de os combustíveis utilizados nos diversos setores de atividade terem origens mais sustentáveis e que, estes, produzam o menor impacto ambiental possível, uma das grandes necessidades e focos de investigação são os combustíveis sustentáveis.

O hidrogénio, tal como referido no capítulo 2.1 desta dissertação, é um vetor de energia com diferentes fontes de produção. Este pode ser produzido através de fontes renováveis ou não renováveis, tendo esta produção uma classificação através de uma escala de cores.

Esta escala de cores classifica a produção de hidrogénio de acordo com a quantidade de CO₂ emitido na produção. A classificação divide-se na seguinte escala: (Pathak et al., 2023; Pinto Morgado, 2020)

- O hidrogénio preto/castanho/cinzento refere-se à produção de hidrogénio a partir de carvão, lignite e gás natural, sucessivamente;

-O hidrogénio azul caracteriza a produção a partir de combustíveis fósseis com captura e reutilização de dióxido de carbono (CO₂) para outros processos que necessitem do mesmo, como produção de polímeros. Este processo tem como objetivo a redução do impacto deste gás de efeito estufa;

-O hidrogénio verde é o tipo de hidrogénio produzido a partir de fontes de energia renováveis, como a energia solar ou eólica e com recurso à separação das moléculas de água.

Segundo dados da Agência internacional de Energia, cerca de 99% do hidrogénio produzido é a partir de fontes não renováveis, sendo hidrogénio preto, castanho ou cinzento, sendo apenas 1% produzido por meio da eletrólise da água, sendo este com recurso a fontes renováveis, produzindo hidrogénio verde. (Acar & Dincer, 2018; Nicoletti et al., 2015; Pathak et al., 2023)

Neste seguimento, atualmente, a produção de hidrogénio na sua maioria produz dióxido de carbono, conforme será detalhado no capítulo 3.3.1. Apesar desta produção, em relação aos combustíveis fósseis, a produção de CO₂ é inferior.

Outra vantagem do hidrogénio como combustível sustentável é que este, quando utilizado para produção de energia elétrica, produz apenas água como subproduto, ao invés dos combustíveis fósseis, que produzem SO₂, CO_x e N_xO_x (Marland & Rotty, 1984). Na Figura 16 está representada a produção de gases resultantes da combustão de diferentes combustíveis.

Table 5
Weighted percentage of pollutant in combustion flue.

Fuel No.	Fuel	Combustion products in the flues (kg/kg of fuel)					
		CO ₂	SO ₂	N _x O _x	Particulate and unburnt	H ₂ O	From Anti-knock agents
a	H ₂	0	0	0.016	0	7	0
b	C	1.893	0.012	0.008	0.1	0.633	0
c	CH ₄	2.75	0.03	0.0075	0	2.154	0
d	C ₈ H ₁₈	3.09	0.010	0.0115	0.85	1.254	0.001
		1	2	3	4	5	6

Figura 16 – Percentagem de produção de gases na combustão de diferentes combustíveis (Marland & Rotty, 1984)

3.2 - Aplicações práticas do hidrogénio

Portugal, ao longo das últimas décadas, tem vindo a apostar fortemente nas energias renováveis, com destaque para a energia solar e eólica. A energia hídrica também é um recurso bem estabelecido a nível nacional. Na Figura 17 está

apresentado um gráfico com a evolução das fontes de produção de energia elétrica entre 2000 e 2023.

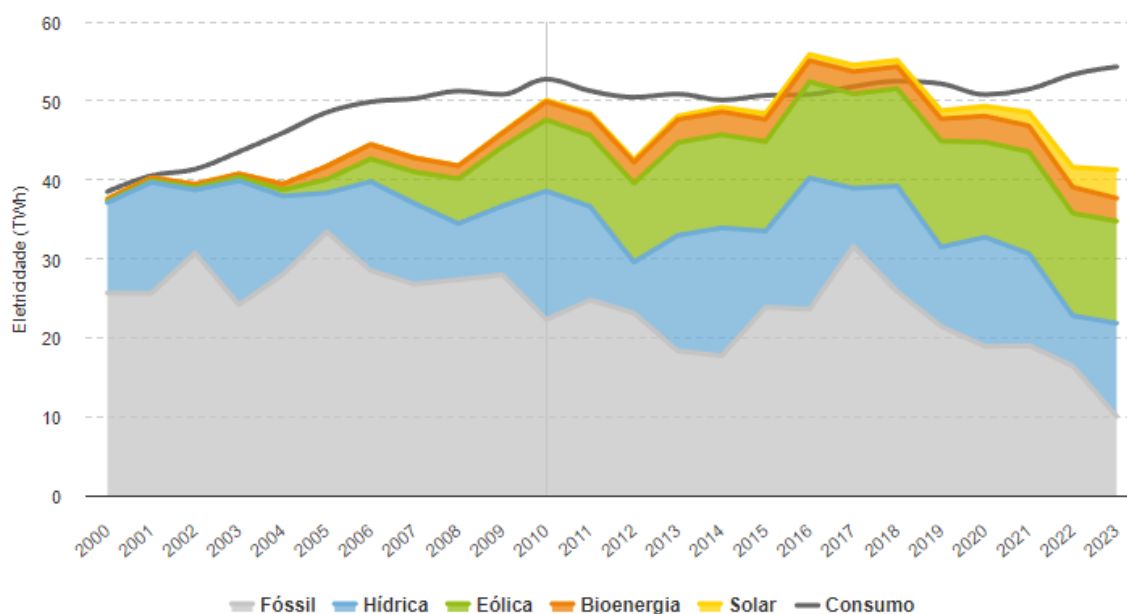


Figura 17 - Evolução da Produção de Eletricidade em Portugal Continental entre 2000 e 2023 (APREN, 2024)

No entanto e, como à frente será abordado no subcapítulo 3.3, o setor residencial ainda é responsável por uma parcela significativa do consumo de energia e das emissões de gases de efeito estufa no país.

Nesse sentido e, na temática da descarbonização do setor energético, existem, atualmente, diversos projetos a nível nacional para a integração do hidrogénio nas cadeias de produção de energia, de forma a contribuir para reduzir a dependência dos combustíveis fósseis e promover a descarbonização do setor. (Direção Geral de Energia e Geologia, 2019)

A Estratégia Nacional para o Hidrogénio (EN-H2) definiu como objetivo a instalação de entre 1,5 e 2,5 GW de capacidade de produção de hidrogénio até 2030, 5 GW até 2040 e 10 GW até 2050. (Direção-Geral de Energia e Geologia, 2019a; Lã Branca, 2021)

O sistema energético nacional atual está dividido em cinco cadeias de valor do hidrogénio, tendo estas diferentes aplicações: (Direção Geral de Energia e Geologia, 2019; Pinto Morgado, 2020)

- Power-to-Power;
- Power-to-Mobility;
- Power-to-Gas;
- Power-to-Industry;
- Power-to-SynFuel;

3.2.1. Produção de eletricidade: Power-to-Power (P2P)

A cadeia de valor designada por P2P (Power-to-Power) baseia-se na produção de energia elétrica para abastecimento da rede elétrica. Aplicado ao caso do hidrogénio, a produção de energia elétrica acontece através da cogeração e através de centrais de produção de energia elétrica com recurso a hidrogénio ou da mistura de hidrogénio com gás natural ou biogás.

3.2.2. Soluções de Mobilidade: Power-to-Mobility (P2M)

Sobre as soluções de mobilidade, a cadeia de valor direcionada para a mobilidade e transporte é denominada por P2M (Power-to-Mobility). Esta cadeia resume-se as aplicabilidades do hidrogénio nas soluções de mobilidade. A cadeia P2M tem por base duas principais aplicabilidades: a P2M nas células de combustível móveis e a P2Ms nas células de combustível estacionárias.

Células de combustível de hidrogénio são equipamentos que convertem a energia química do hidrogénio que, em contacto com oxigénio, libertam eletrões, produzindo eletricidade. (Manoharan et al., 2019) A principal distinção entre as P2Ms nas células de combustível estacionárias e a cadeia P2P é a aplicabilidade do hidrogénio, uma vez que as P2Ms apenas geram energia elétrica para utilização em veículos. As células estacionárias correspondem às células fixas num local, como exemplo, postos de carregamento de veículos. Já as células móveis correspondem às células que são

movíveis como exemplo veículos a hidrogénio, que consomem hidrogénio, no entanto possuem os motores de tração elétrica.

O foco destas cadeias de valor são o setor dos transportes pesados, quer de mercadorias, quer de passageiros. Nesta cadeia de valor existem dois principais fatores a ter em consideração na sua utilização final: a intensidade de compressão necessária de acordo com as opções de uso final e o modelo de comercialização que poderá ser centralizado, semi-centralizado ou descentralizado. (Direção Geral de Energia e Geologia, 2019)

A Figura 18 representa a cadeia de valor do hidrogénio Power-to-mobility, desde as fontes de energia para produção de hidrogénio, referenciando os métodos de produção, armazenamento, transporte e, por fim, as suas utilizações.

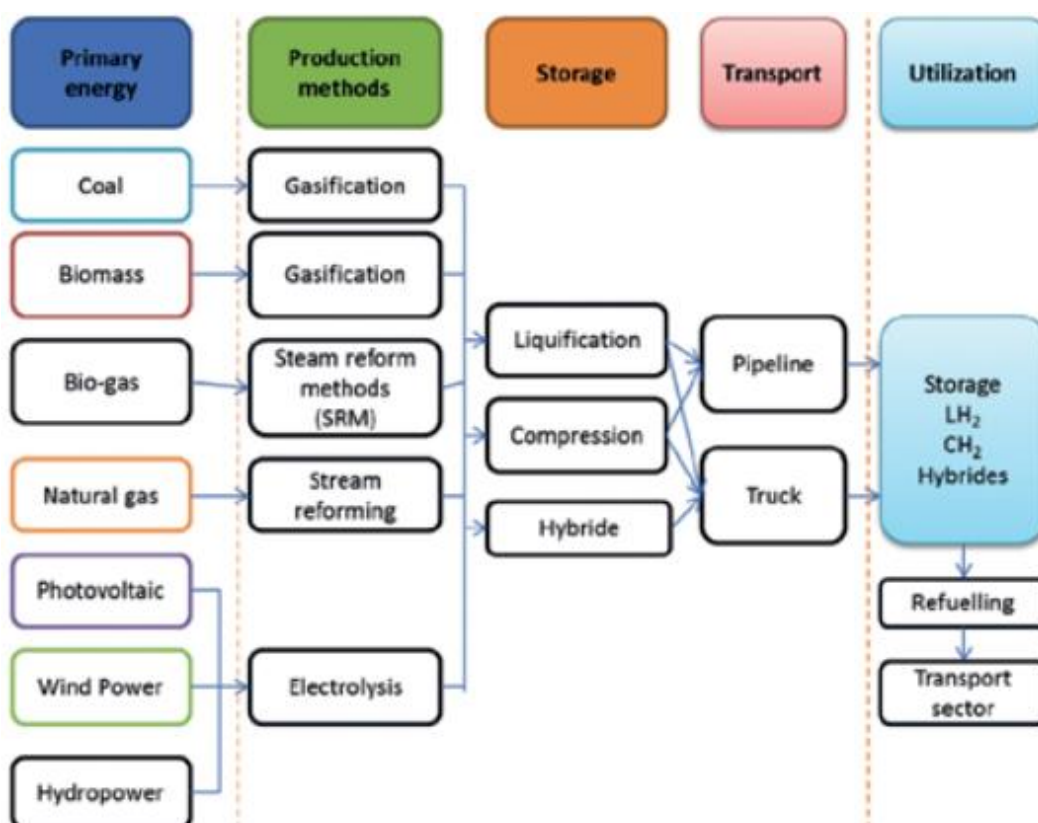


Figura 18 - Cadeia de valor do hidrogénio P2M (Direção-Geral de Energia e Geologia, 2019b)

3.2.3. Produção de Calor: Power-to-Gas (P2G)

A cadeia de valor da produção de calor é designada por P2G (Power-to-gas). Esta cadeia tem por base a produção de calor através da queima de combustíveis, distribuídos quer através de gasodutos ou de sistemas locais de distribuição. (Direção Geral de Energia e Geologia, 2019; Ozturk & Dincer, 2021)

A principal aplicabilidade do hidrogénio nesta cadeia de valor é a injeção na rede de gás natural. Existe, também, outro processo que é a metanação, recorrendo a hidrogénio e dióxido de carbono proveniente de processos industriais e, sem alterações na infraestrutura, permite aumentar a fração de gases que não o metano na rede de gás natural.

Esta será a cadeia de valor abordada no caso de estudo, no capítulo 4.

3.2.4. Produção de Calor: Power-to-Industry (P2I)

A cadeia de valor do hidrogénio aplicada à indústria P2I (Power-to-Industry) é a cadeia referente à produção de matérias-primas industriais. As diferentes aplicações do hidrogénio na cadeia P2I são: (Direção-Geral de Energia e Geologia, 2018, 2019b)

- Como fonte de energia, substituta ao gás natural ou para fornecimento de energia elétrica onde não é possível a instalação da rede de distribuição elétrica;
- Em processos industriais que recorrem a altas temperaturas, como exemplo o fabrico do aço e do cimento;
- Para aplicação na indústria de transformação de produtos petrolíferos, tendo a aplicação de hidrogenação, sendo este o processo de remoção catalítica de contaminantes dos produtos petrolíferos, e no hidrocrackeamento, que é o processo de fracionamento de hidrocarbonetos pesados de cadeia longa em hidrocarbonetos leves insaturados, posteriormente saturados pela adição de hidrogénio, como combustível para a aviação;

- Na indústria de produção de fertilizantes e produtos químicos, onde a produção de amónia ocorre com recurso a hidrogénio. Outra aplicação é nas olefinas, sendo esta a matéria-prima para plásticos, fibras e outros produtos químicos, que podem ser produzidas via hidrogenação catalítica do CO_2 .
- Na indústria alimentar, onde o hidrogénio é usado, através de hidrogenação catalítica, para produção de margarinas e outras gorduras semissólidas, ajudando a evitar a oxidação destas e proporcionando estabilidade térmica ao produto.
- Na indústria vidreira, onde hidrogénio, em combinação com azoto, é utilizado para criar atmosferas antioxidantes, minimizando as falhas no vidro na sua produção.

3.2.5. Síntese de Combustível Sintético: Power-to-SynFuel (P2Fuel)

A cadeia de valor do hidrogénio P2Fuel baseia na premissa que todos os combustíveis podem ser produzidos através da síntese de combustível sintéticos. Este processo ocorre através da produção de *syngas*, sendo este um gás obtido pela reação do hidrogénio gasoso com CO_2 . Esta cadeia desenvolve-se como alternativa aos combustíveis sintéticos tradicionais, produzidos pela reforma a vapor do metano e por gaseificação de carvão ou biomassa.

Na Figura 19 é representada a cadeia de valor Power-to-SynFuel, desde a produção de hidrogénio, passando pelos processos intermédios, até ao produto final.

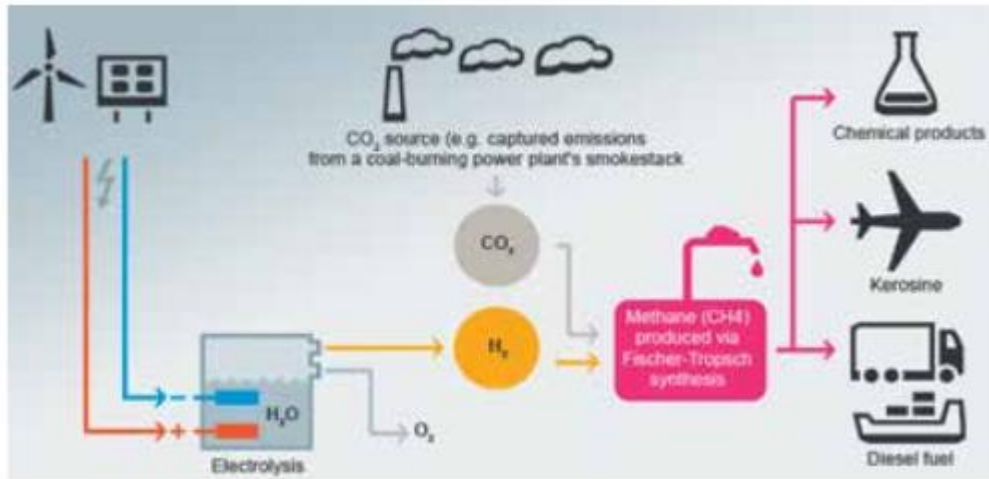


Figura 19 – Cadeia de valor do hidrogénio P2Fuel utilizando H₂ na síntese de combustíveis sintéticos (Direção-Geral de Energia e Geologia, 2019b)

Em forma de suma, segue a Figura 20 onde estão representadas as cinco cadeias do hidrogénio acima descritas.

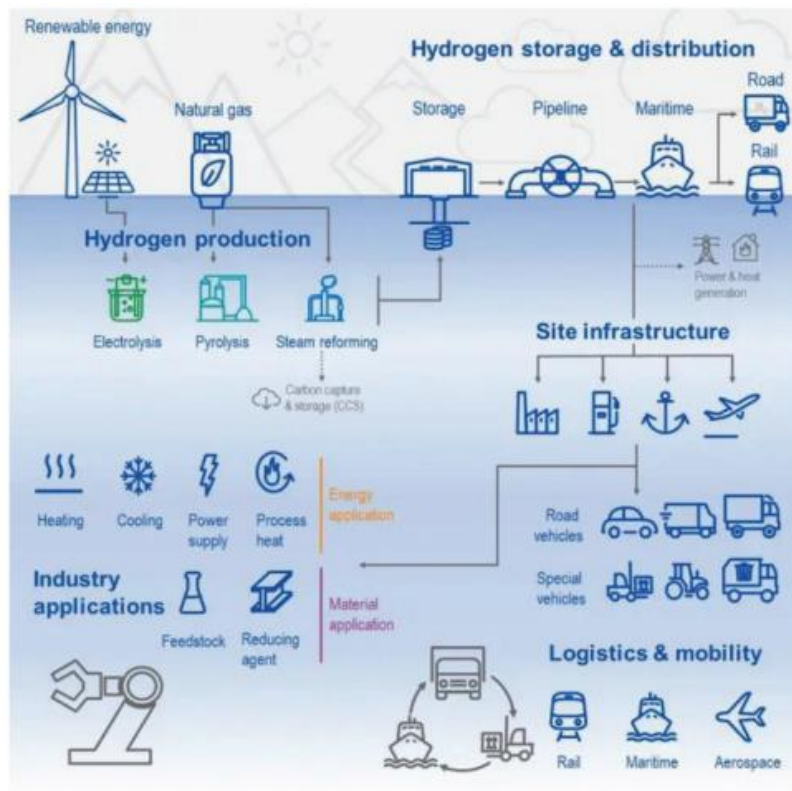


Figura 20 - Cadeias de valor do hidrogénio (Garcia-Navarro et al., 2023)

A nível nacional, estas cadeias de valor do hidrogénio têm múltiplas aplicações práticas no presente e diversos projetos em fase de desenvolvimento e conceção que irão ser abordados no subcapítulo 3.3. De acordo com a atualização do PNEC 2030, a aposta de Portugal passa por aumentar, consideravelmente, a produção de hidrogénio, com objetivo de descarbonizar a indústria e com o objetivo de alcançar a liberdade energética do país. (Direção-Geral de Energia e Geologia, 2018, 2019a; Jornal Público, 2023)

Na Tabela 2 estão enumeradas as diversas aplicações existentes ou previstas das cinco cadeias de valor a nível do caso português.

Cadeia de valor	Aplicabilidade
P2P	Produção de energia elétrica;
	Armazenamento de energia elétrica produzida através de formas renováveis;
P2M	Combustível para frotas automóveis, preferencialmente para pesados de mercadorias e de passageiros;
	No transporte ferroviário;
P2G	Injeção de hidrogénio da rede de gás natural;
	Injeção de gases na rede de gás natural proveniente da metanação;
	Introdução de hidrogénio nas células de combustível a gás natural em regime de cogeração;
P2I	Para a produção de aço ou cimento, como substituto do gás natural;
	Transformação de produtos na indústria petroquímica;
	Para produção de amónia;
P2Fuel	Produção de combustíveis sintéticos;

Tabela 2 - Aplicabilidades do hidrogénio por cadeia de valor no mercado português

3.3. Análise da produção do hidrogénio e das infraestruturas de distribuição e armazenamento em Portugal

Apesar dos diversos métodos de produção de hidrogénio, um fator comum a todos é a necessidade de infraestruturas para distribuição e armazenamento. Nestas infraestruturas, existem desafios a serem superados nas infraestruturas de distribuição e armazenamento, sendo os principais, devido à eficiência entre os sistemas de produção e consumo e ao custo associado à tecnologia. Outro fator de relevância é a garantia na segurança e na fiabilidade dos sistemas de hidrogénio, tanto a nível de armazenamento, como a nível da rede de distribuição.

3.3.1. Produção de hidrogénio

Tal como abordado no subcapítulo 2.3 desta dissertação, existem diversos métodos para a produção de hidrogénio, quer a partir de hidrocarbonetos, da biomassa ou da água. Na Tabela 1 são inumeradas as formas de produção de hidrogénio.

Todas as metodologias de produção de hidrogénio dependem de infraestruturas de geração, onde, para cada tipo de processo, tem condições de temperatura e pressão ajustadas a cada processo.

A produção do hidrogénio está dividida num código de cores, sendo este definido de acordo com a sustentabilidade de produção, com a proveniência da energia usada na produção, pelo tipo de subprodutos gerados na reação de produção e pelo tipo de matéria-prima desta geração. As principais cores do hidrogénio são as seguintes: o preto/cinza/castanho refere-se à produção de hidrogénio a partir de carvão e gás natural; o azul é utilizado para caracterizar a produção de hidrogénio a partir de combustíveis fósseis com captura e reutilização de dióxido de carbono (CO₂), com o objetivo de reduzir o impacto deste gás de efeito estufa; o verde aplica-se à produção de hidrogénio a partir de energias renováveis. (Panić et al., 2022; Pinto Morgado, 2020) Na Figura 21 estão representadas as principais cores do hidrogénio.

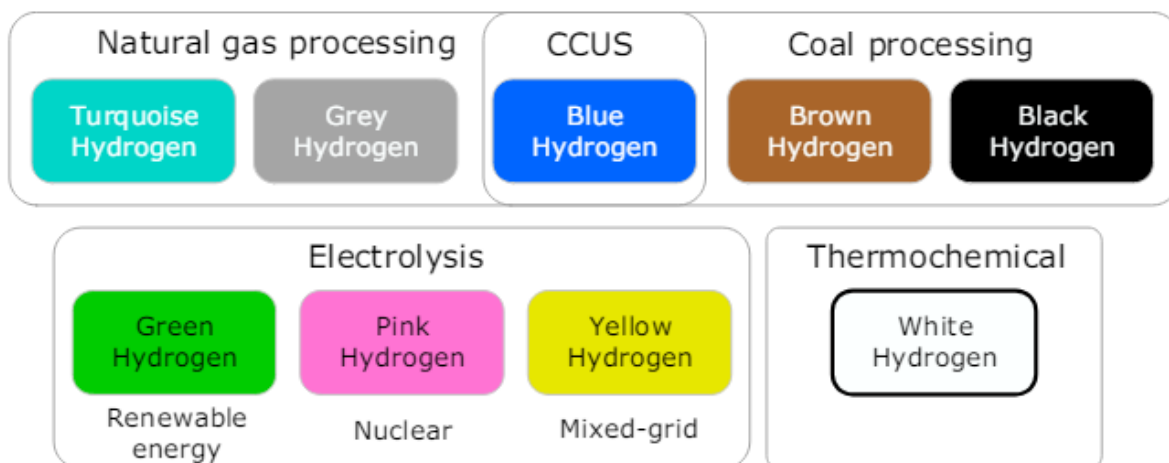


Figura 21 - Escala de cores do hidrogénio (Panić et al., 2022)

Apesar de, atualmente, os métodos de produção de hidrogénio mundialmente mais utilizados são através da reforma de hidrocarbonetos (Dincer & Acar, 2014), sendo este hidrogénio azul, turquesa cinzento, de acordo com a escala de cores, a aposta no hidrogénio verde tem sido crescente. Portugal, atualmente, tem vários projetos em execução para a capacidade instalada ser, maioritariamente, na produção de hidrogénio verde. (Ikonnikova et al., 2023). Na Figura 22 está um mapa mundial com a previsão da tipologia principal de hidrogénio produzido em cada país.

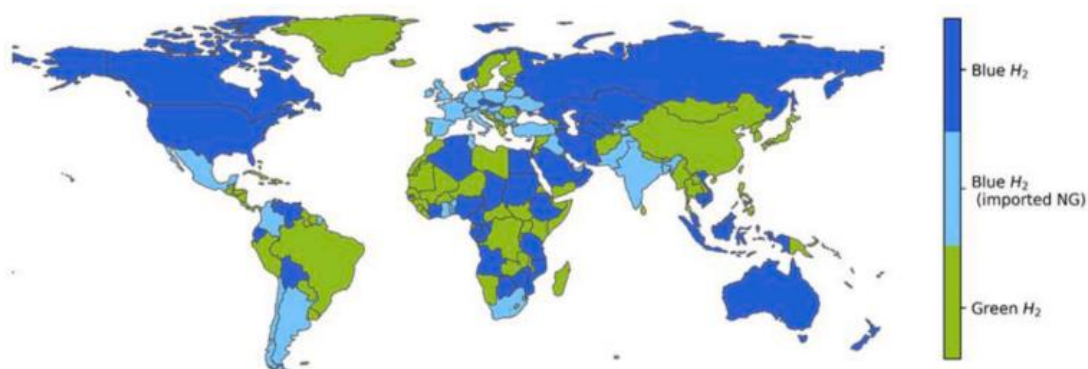


Figura 22 – Previsão do tipo de hidrogénio produzido por país após 2020 (Ikonnikova et al., 2023)

De acordo com a Estratégia Nacional para o Hidrogénio (ENH₂), Portugal pretende instalar até 2030 5,5GW de capacidade prevista de eletrolisadores. Este é um dos objetivos do país para atingir a neutralidade carbónica e substituir os combustíveis

fósseis, atualmente usados, por hidrogénio verde, tornando-se um potencial exportado deste vetor de energia. (Bairrão et al., 2023; Direção-Geral de Energia e Geologia, 2019b, 2019a)

No seguimento desta premissa do ENH₂, em Portugal, através de fundos públicos, privados e parcerias público/privadas, tem em andamento vários projetos previstos e anunciados, abaixo enumerados: (Jornal Público, 2023)

- Vales de hidrogénio: zonas privilegiadas para produção, distribuição e consumo, com aposta em cinco locais, sendo estes: dois em Sines, um em Leiria, um em Vila Franca de Xira e um em Oliveira do Barro;
- GreenH2Atlantic: investimento na antiga central de carvão da EDP em Sines para reconversão desta para produção de hidrogénio verde;
- MadoquaPower2X: Instalação de 500 MW de capacidade de produção de hidrogénio verde e quinhentas mil toneladas de amónia verde por ano em Sines;
- Neogreen Hydrogen: ocupação de terrenos em Sines para a instalação de 60 MW de capacidade;
- Injeção de hidrogénio na rede de gás natural, com a percentagem até 20%;
- Galp Energia irá construir, em Sines, uma unidade de produção de hidrogénio verde com a capacidade de 100 MW e uma unidade de produção de biocombustíveis.

3.3.2. Infraestruturas de distribuição

Devido às suas características químicas, com baixa mássica volúmica, e físicas, devido à sua reduzida dimensão, para a distribuição de hidrogénio, existem dois tipos de métodos a utilizar: através dos gasodutos da rede de gás natural ou através de tanques cisternas nos transportes marítimos, rodoviários e ferroviários. (Bairrão et al., 2023; Garcia-Navarro et al., 2023)

O método de transporte mais usado são os gasodutos da rede gás natural. Apesar da existência de infraestruturas de rede de gás natural em larga escala, apenas a

infraestrutura composta por gasodutos com tubagens metálicas podem transportar hidrogénio puro ou com grande concentração, devido à pressão de trabalho. (Garcia-Navarro et al., 2023)

A vantagem deste método de distribuição é a facilidade de transporte em grandes distâncias do hidrogénio, quer a nível nacional, como internacional, tendo apenas a necessidade da existência de gasodutos. A nível nacional, Portugal possui 1375km de rede de gasoduto de gás natural, tendo esta rede duas ligações a Espanha. A terceira ligação, sendo esta entre Celorico da Beira e Zamora, em fase de estudo. (REN, 2024b)

Na Figura 23 está representada toda a rede de gasodutos de gás natural existente e a ligação ibérica em fase de estudo.



Figura 23 - Rede de gasodutos nacional (REN, 2024b)

O outro método para transporte de hidrogénio são os tanques cisterna, com hidrogénio no estado líquido, através de compressão, ou por tanques criogénicos, por via naval, ferroviária e rodoviária. Os tanques cisterna para transporte de hidrogénio poderão ser os já existentes para transporte de gás propano. (Bairrão et al., 2023; Pinto Morgado, 2020)

A principal vantagem deste método de transporte é a elevada diversidade de transportes, quer para longas distâncias, por via naval ou ferroviária, como a nível da elevada acessibilidade a locais, a nível rodoviário. (Garcia-Navarro et al., 2023) A desvantagem deste método é a capacidade limitada de quantidade de hidrogénio nos tanques.

A nível nacional, Portugal, possui em Sines, um porto marítimo para descarga de navios cisterna e uma vasta linha ferroviária e rodoviária. (REN, 2024b)

Relativamente a projetos futuros a nível nacional para a rede de distribuição, existe o anúncio dos seguintes:

- H2MED – Corredor previsto entre Portugal, Espanha e França para distribuição de hidrogénio entre a Península ibérica e o resto da Europa;
- CelZa – Terceiro ponto de ligação ibérico de infraestrutura de gasoduto fará a ligação entre Celorico da Beira e Zamora;

3.3.3. Infraestruturas de armazenamento

O armazenamento de hidrogénio é, atualmente, um dos grandes desafios tecnológicos. As técnicas para armazenamento do hidrogénio são categorizadas em três diferentes classificações: armazenamento em estado físico puro, armazenamento por adsorção e armazenamento por absorção química. (Bairrão et al., 2023; Garcia-Navarro et al., 2023; Partidário et al., 2020)

O armazenamento no estado físico puro é a técnica mais convencional. Este tipo de armazenamento depende de condições de pressão e temperatura específicas para

os diferentes estados físicos do hidrogénio. A grande vantagem é que o hidrogénio está no seu estado puro, pronto a ser usado. Este tipo de armazenamento recorre a tanques cisterna para hidrogénio em estado líquido ou gasoso ou a cavernas subterrâneas. As cavernas subterrâneas utilizam técnicas como as usados para armazenamento de gás natural, de controlo de pressão e temperatura, possibilitando o armazenamento de grandes quantidades de hidrogénio. Estas cavernas são estruturas geológicas, existentes por todo o planeta, sendo que para esta técnica de armazenamento, são, maioritariamente, cavernas de sal subterrâneas.

A técnica de armazenamento por adsorção é o método onde o hidrogénio é adsorvido por outros compostos com baixa força molecular. Adsorção é o método através do qual, as moléculas de um composto no estado líquido, aderem a uma superfície sólida. Esta técnica não necessita de um armazenamento com condições específicas de pressão ou temperatura. Um exemplo são nanotubos de carbono, onde o hidrogénio é adsorvido pela superfície do material, ficando assim aí armazenados. (Garcia-Navarro et al., 2023; REN PORTGÁS - DISTRIBUIÇÃO, 2024)

Relativamente à técnica de armazenamento por ligações químicas, esta baseia-se na absorção química do hidrogénio por outro elemento. Esta técnica está dividida em dois tipos de produção de compostos, sendo estes os hidretos metálicos e os hidretos químicos. Os hidretos metálicos formam-se por ligação entre os átomos de hidrogénio com átomos metálicos, através de ligações diretas ou por complexas cadeias iónicas, sendo a sua divisão lógica. Já os hidretos químicos são compostos onde o hidrogénio forma ligações com átomos não metálicos, como oxigénio, carbono ou nitrogénio. (Bairrão et al., 2023; Garcia-Navarro et al., 2023) Um exemplo desta metodologia de armazenamento por hidretos químicos é a amónia, sendo o hidrogénio depois separado do nitrogénio, produzindo amónia como subproduto utilizada na indústria dos fertilizantes.

Na Figura 24 estão esquematizadas as três técnicas de armazenamento de hidrogénio, com as suas subcategorias.

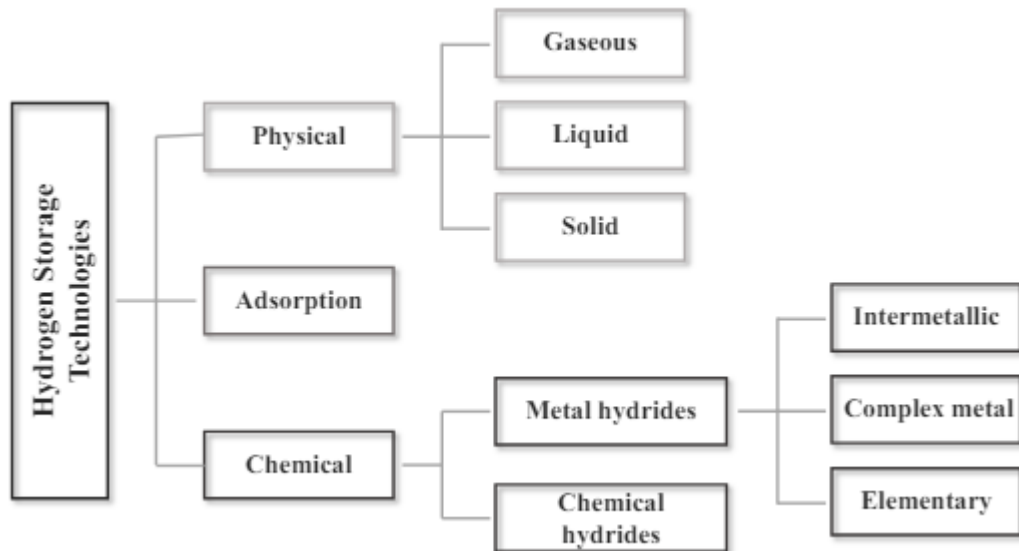


Figura 24 - Métodos de armazenamento de hidrogénio (Bairrão et al., 2023)

Portugal possui, atualmente, uma infraestrutura de armazenamento subterrâneo composto por seis caverna de sal com ligação ao gasoduto, para armazenamento de gás natural. Estas cavernas são denominadas por armazenamento Subterrâneo do Carriço, estão localizadas na Figueira da Foz e tem uma capacidade de armazenamento de 335Mm³. (REN, 2024a) A nível nacional, também existem múltiplos pontos de armazenamento através de reservatórios, sendo Sines um grande centro de reservatórios fixos.

3.4. Necessidades energéticas dos edifícios residenciais

Os consumos de energia globais podem ser divididos em diversos setores de consumo. Estes setores englobam os consumos a nível industrial, em edifícios, para transportes, na agricultura, na construção civil, entre outros setores.

Abordando de forma mais especificamente o setor dos edifícios, estes, a nível global, são responsáveis pelo consumo de, aproximadamente, 40% da energia produzida, sendo este um valor que tem vindo a aumentar ao longo dos anos. (Direção-Geral de Energia e Geologia, 2018; Pérez-Lombard et al., 2008)

Devido ao aumento populacional, ao aumento da necessidade por serviços e conforto e ao aumento do tempo passado dentro dos edifícios, estes fatores perfazem que a tendência do aumento das necessidades de energia cresça ao longo do tempo.

Os edifícios residenciais, globalmente, são os principais consumidores de energia dentro das tipologias de edifício, sendo responsáveis por cerca de 19% dos consumos globais de energia, tal como é representado na Figura 25 (Direção geral de Energia e Geologia, 2024; Lechtenböhrer & Schüring, 2011; Palma et al., 2023; Pérez-Lombard et al., 2008)

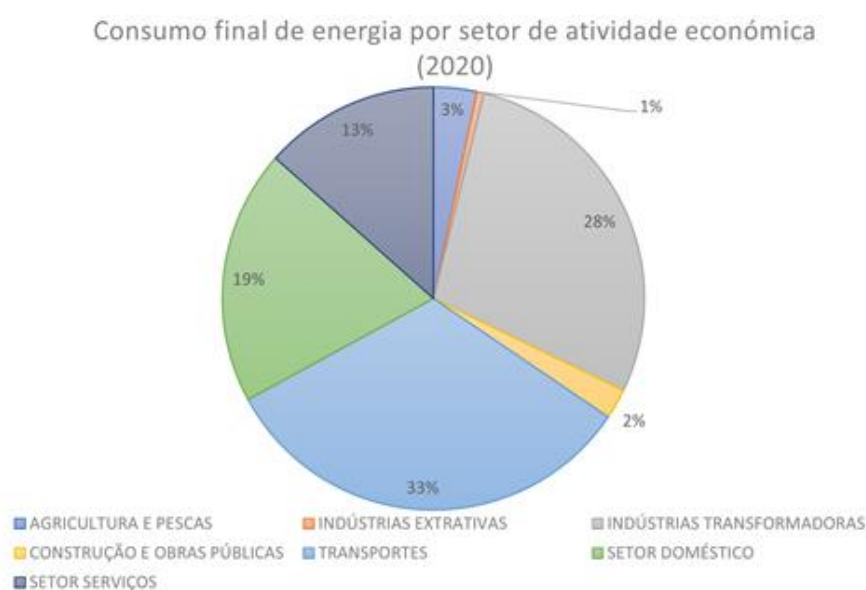


Figura 25 - Consumo de energia por setor de atividade económica (Direção geral de Energia e Geologia, 2024)

No caso português, a percentagem de energia que os edifícios residências consomem é ainda maior que a nível global, correspondendo a cerca de 30% do consumo total. (Direção Geral de Energia e Geologia, 2024)

Esta energia consumida pelos edifícios tem diversas tipologias, conforme a Figura 26, sendo esta produzida através de fontes renováveis e fontes não renováveis.

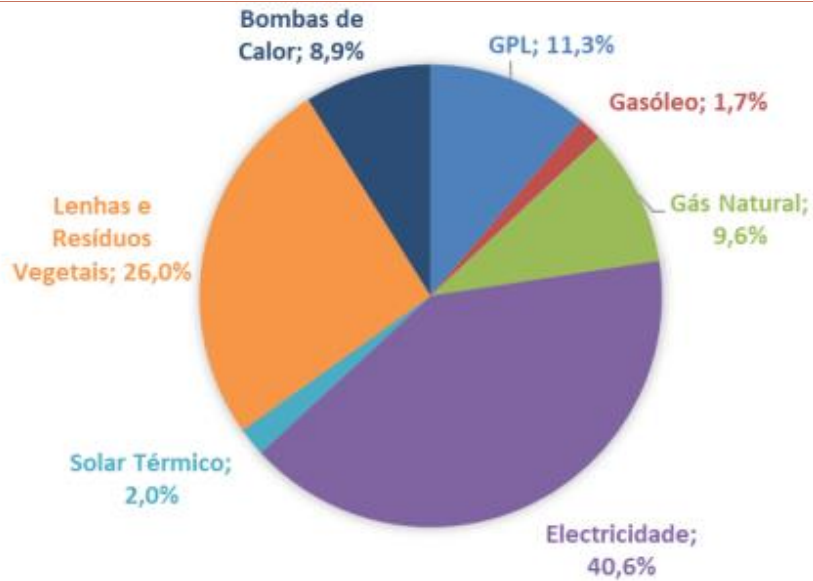


Figura 26 – Percentagem de tipologia de energia final nas habitações por tipo de combustível (Palma et al., 2023)

A energia consumida pelos edifícios residências tem diversas utilizações. Estes consumos correspondem à energia consumida para aquecimento de águas domésticas AQS, para climatização das áreas através de AVAC, para confeção de alimentos, para iluminação, para alimentação e carregamento de equipamentos diversos, expondo como exemplo carregamento de telemóveis ou alimentação do grupo de bombagem de água para consumo, e, nos últimos anos e em fase de crescimento de consumo, para o carregamento de carros elétricos. A Figura 27 demonstra percentualmente o consumo de energia nas habitações por tipo de uso.

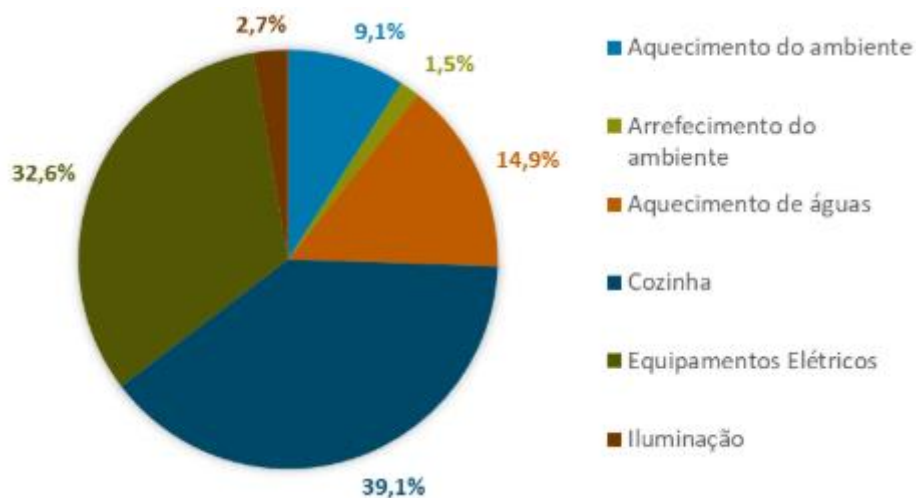


Figura 27 - Consumo de energia final nas habitações por tipo de uso (Palma et al., 2023)

Relativamente aos combustíveis usados na produção da energia nas habitações, segue, a Figura 28 onde estão presentes os consumos percentuais de energia nas habitações por fonte de energia, de acordo com a tipologia de utilização.

Fonte de energia	Aquecimento do ambiente	Arrefecimento do ambiente	Aquecimento de águas	Cozinha	Equipamentos Elétricos	Iluminação
Electricidade	8%	100%	3%	53%	100%	100%
Gás Natural	3%	//	36%	10%	//	//
GPL Garrafa	3%	//	33%	15%	//	//
GPL Canalizado	1%	//	7%	2%	//	//
Biomassa	81%	//	8%	19%	//	//
Gasóleo Aquecimento	5%	//	4%	//	//	//
Solar Térmico	0%	//	10%	//	//	//
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Figura 28 - Consumo de energia nas habitações por fonte de energia (Palma et al., 2023)

De todos os pontos descritos, os principais tipos de uso abordados no caso de estudo desta dissertação serão os consumos correspondentes à produção de AQS, o consumo para confeção de refeições e as necessidades de aquecimento do ambiente das habitações. (Palma et al., 2023; Pérez-Lombard et al., 2008)

A produção de AQS, Portugal, corresponde a 15% da energia que os edifícios consomem. (Palma et al., 2023) Esta percentagem é tão elevada devido à baixa eficiência dos equipamentos produtores de AQS e ao isolamento deficitário dos circuitos já existentes. A produção de AQS poderá ocorrer por diferentes princípios de funcionamento, sendo estes por produção instantânea, sendo estes equipamentos as caldeiras murais e os esquentadores, por produção e acumulação simultânea, através de termoacumuladores elétricos ou a gás, e por produção por acumulação, através de coletores solares e caldeiras de combustão a gás, gasóleo ou biomassa, necessitando este princípio de apoio de um reservatório para acumulação de água. Existe, ainda, um equipamento com um princípio de funcionamento diferente que são as bombas de calor, podendo estas fazer produção e acumulação simultânea ou produção por acumulação, tendo estes equipamentos um elevado rendimento. (Manual de Eficiência Energética, 2024) Para o cálculo das necessidades de uma

habitação, em Portugal, o guia de SCE referencia que o consumo fixo diário por habitante são 40 litros. (ADENE, 2020)

Os sistemas de produção poderão ter uma componente de aquecimento ambiente, onde, após o sistema de AQS esteja satisfeito das suas necessidades, irá fornecer energia para os equipamentos de aquecimento ambiente, com radiadores.

Os sistemas AVAC são grandes consumidores devido à baixa eficiência energética dos edifícios residenciais já existentes e não reabilitados, uma vez que, apenas nos últimos anos, devido à crescente preocupação global com a redução das emissões de gases para a atmosfera, a legislação acerca da eficiência energética de edifícios foi revista, definindo objetivos mais restritos para a eficiência energia. Esta revisão estabeleceu requisitos aplicáveis a edifícios para a melhoria do seu desempenho energético e regulando o Sistema de Certificação Energética de Edifícios (SCE). Estes requisitos técnicos são aplicáveis a edifícios de habitação e comércio e serviços, para construção nova ou para edifícios reabilitados. (Direção geral de Energia e Geologia, 2024; Direção Geral de Energia e Geologia, 2024) O cálculo para dimensionamento dos sistemas AVAC, quer para aquecimento, quer para arrefecimento, são regulados pelo SCE e tem em consideração a envolvente do edifício, os materiais aplicados na construção, a localização geográfica deste edifício, a ocupação, entre vários outros requisitos. (ADENE, 2020)

3.5. Pressupostos para enquadramento do caso de estudo

Conforme indicado aos longos dos vários subcapítulos desta dissertação, o caso de estudo do capítulo 4 irá abordar o consumo de hidrogénio para produção de energia térmica. Este consumo está enquadrado na cadeia de valor P2G e o abastecimento ao edifício será através da rede de gás.

O edifício consumidor terá consumo para fazer face às necessidades de AQS e de aquecimento ambiente.

Relativamente ao caso de estudo abordado no capítulo 4, serão preconizados dois cenários para análise de resultados. O cenário 1 será o cenário base, onde todo o gás fornecido ao edifício em estudo será gás natural. O cenário 2 será um cenário

onde o gás fornecido à moradia será 80% do volume de gás do tipo gás natural e 20% do volume do tipo hidrogénio.

Para o cenário 2 foi definido o volume de 20% de hidrogénio no gás que abastece o edifício, uma vez que esta é a percentagem máxima que a rede de gás natural existente suporta, sem fissurar as tubagens da rede. (Direção-Geral de Energia e Geologia, 2022; HyDeploy, 2024; LNEG, 2020)

O objetivo da adição de H₂ na rede de gás natural é avaliar a produção de carbono, as necessidades energéticas e o custo entre o cenário 1 e o cenário 2.

CAPÍTULO 4

4 - Caso de estudo

No presente capítulo, será abordado o caso de estudo desta dissertação acerca da aplicabilidade do hidrogénio nos edifícios residenciais. Neste caso de estudo irá ser quantificado, quer a nível económico e quer a nível ambiental, quer a nível energética, os valores por consumo de gás natural em comparação com os valores por consumo de gás natural com mistura de vinte por cento de hidrogénio. Este caso de estudo, tal como referido anteriormente, irá seguir a cadeia de valor P2G.

Para o desenvolvimento deste caso de estudo, foi escolhida uma moradia unifamiliar, da tipologia T4, tendo uma ocupação de cinco habitantes. Esta moradia é composta por dois pisos. Nesta moradia, está infraestruturada uma rede de tubagem para gás com dois pontos de abastecimento, sendo estes um ponto de alimentação da placa de cozinha e outro de alimentação a uma caldeira para aquecimento de águas quentes sanitárias e aquecimento central. Na Figura 29 está representada um layout da moradia selecionada com a respetiva rede de gás desenhada.

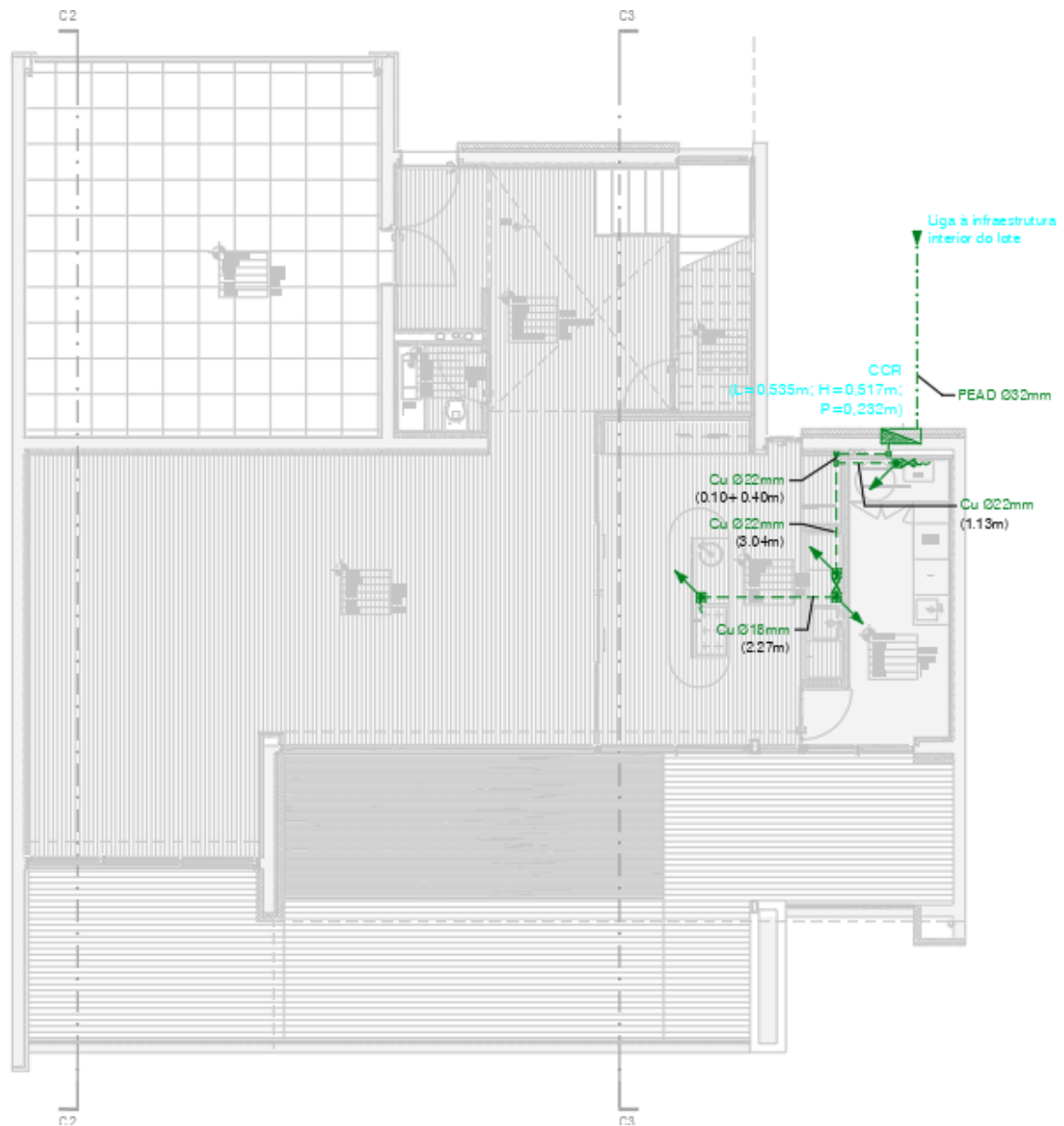


Figura 29 - Piso 0 moradia

Conforme acima introduzido, este caso de estudo irá abordar dois cenários de consumo na moradia: Cenário 1, onde será executado o estudo com consumo de apenas gás natural e, Cenário 2, onde será executado o estudo com consumo de gás natural com adição de 20% de hidrogénio na rede.

Para ambos os cenários, será considerado que a moradia está implantada no concelho do Porto, que esta moradia está conectada à rede de distribuição de gás

natural do concelho, sendo esta gerida pela concessionária REN PORTGÁS - DISTRIBUIÇÃO, S.A, e que não existirão condições especiais de fornecimento.

A ligação à rede de distribuição será executada através de um ramal de polietileno de diâmetro vinte (PE20), tendo um caudal máximo de 30m³/h, conforme a Figura 30.

caudal necessário calculado pelo projetista (m ³ /h (n))	diâmetros
Q ≤ 30	PE 20
30 < Q ≤ 65	PE 32
65 < Q ≤ 105	PE 40
105 < Q ≤ 270	PE 63

Tab. 3 - Diâmetros aconselhados para ramais, em função do caudal (m³/h (n))

Figura 30 - Dimensionamento de ramais de edifício (REN PORTGÁS - DISTRIBUIÇÃO, 2019)

As condições de pressão da rede de distribuição são de 4 bar de pressão e da instalação de gás da moradia de 21 mbar de pressão, uma vez que esta tem uma potência instalada inferior a 70kW. Esta moradia será equipada com um contador do tipo G4, com um caudal máximo de 6m³/h, como indicado na Figura 31. (REN PORTGÁS - DISTRIBUIÇÃO, 2019)

tipo de contador	Q máx. (m ³ /h)	limite superior de Q min. (m ³ /h)
G4	6	0,04
G6	10	0,06
G10	16	0,10

Figura 31 - Caudal máximo por tipologia de contador (REN PORTGÁS - DISTRIBUIÇÃO, 2019)

Relativamente a instalação de gás da moradia, o desenho de projeto de gás está no Apêndice A. A rede será infraestruturada com uma rede de tubagem de cobre revestida, com diâmetros exteriores de 22 e 18, conforme está representado na Figura 32.

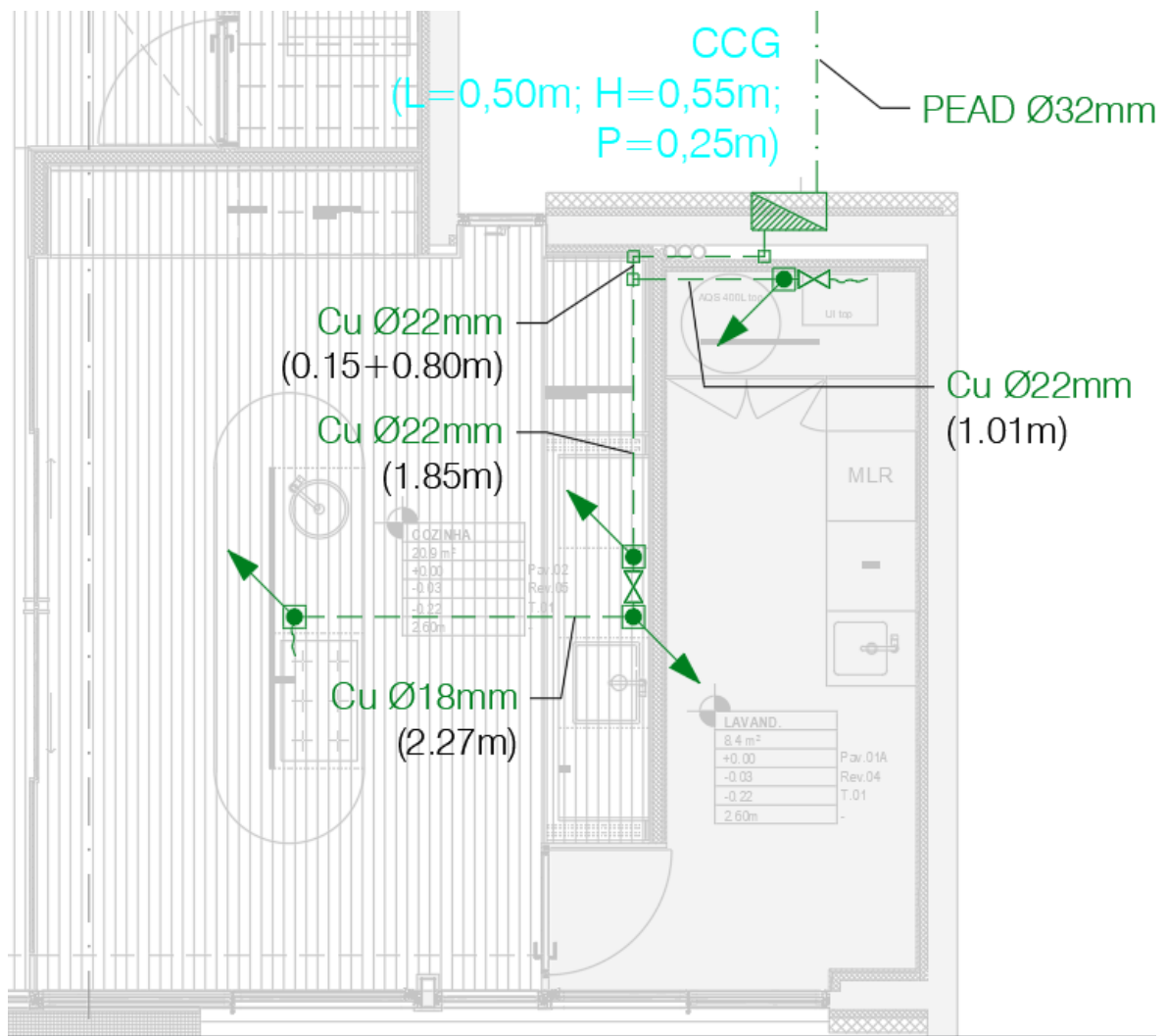


Figura 32 - Rede de gás da moradia

Este caso de estudo será elaborado tendo como condições de consumo o período de um ano com trezentos de sessenta e cinco dias. De forma a calcular as necessidades energéticas do edifício, foi considerado dois perfis de consumo:

- Durante o período de inverno, onde existirá consumo para produção de AQS, consumo para apoio ao aquecimento do edifício e consumo para cozinhar.
- Durante o período de verão, onde existirá consumo para produção de AQS e consumo para cozinhar.

Relativamente ao consumo para confeção de alimentos, foi definido que nos cenários desta dissertação, o consumo de gás será de 1h por dia para confeção dos alimentos, durante os 365 dias do ano.

De acordo com este perfil de consumo, foi selecionada como equipamento de combustão a placa a gás natural, da marca Bosch, modelo PCP6A5B90. As principais características da placa a gás, representada na Figura 33, são as seguintes:

- Potência nominal: 7500W;
- 4 queimadores a gás com as seguintes potências: - Frente esquerda: queimador normal até 1,75 kW; - Atrás esquerda: Queimador normal até 1,75 kW; - Atrás direita: queimador forte até 3 kW; - Frente direita: queimador económico até 1 kW;
- Placa a gás natural;
- Pressão de trabalho de 20mbar;



Figura 33- Placa a gás Bosch PCP6A5B90 (Bosch, 2024)

Na Tabela 3 está descrito o consumo anual para cozinhar, na moradia.

Equipamento	Consumo do equipamento	Período de utilização diária	Período de utilização por estação	Consumo anual
Placa	7,5kW	1h	365 dias	2737,5kWh

Tabela 3 - Consumo anual para cozinhar

De forma a seleccionar o equipamento para produção de AQS e aquecimento central, recorreu-se ao software da TEK Biomasse para calcular a potência mínima da caldeira a instalar.

Neste dimensionamento, foram necessários os dados construtivos e de localização, representados na Figura 34, Figura 35 e Figura 36.

Parametros globais

Região Grau	Área da habitação (m ²) 299	Pé direito (m) 3	Temperatura de conforto 18 <i>Temperatura de conforto no interior da habitação em °C</i>
Paredes exteriores Dupla caixa de ar tijolo 15 + 1	Laje de cobertura Aligeirada 20 + XPS 30	Laje de pavimento Maciça 20	Águas Quentes Sanitárias 5 <i>Número de pessoas na habitação</i>
Temperatura da água da rede (°C) 10	Perdas do cilindro de AQS (%) 6		

Figura 34 - Parâmetros gerais da moradia (TEK Biomasse, 2024)

Paredes

Tipo de construção e orientação



Orientação

Norte 37.95 <i>Somatório dos comprimentos lineares (m)</i>	Sul 37.95 <i>Somatório dos comprimentos lineares (m)</i>
Oeste 51.06 <i>Somatório dos comprimentos lineares (m)</i>	Este 51.06 <i>Somatório dos comprimentos lineares (m)</i>

Paredes e portas interiores fronteira com espaço não climatizado

Parede interior de fronteira com espaço não climatizado 39.7 <i>Somatório dos comprimentos lineares (m)</i>	Porta interior de fronteira com espaço não climatizado 4.68 <i>Somatório das áreas das portas (m²)</i>
---	---

Ventilação e infiltrações
0,5
Taxa de renovação

Figura 35 - Características construtivas das paredes da moradia (TEK Biomasse, 2024)

Janelas

Caixilharia
Alumínio vidro duplo cx ar 16 ▾

Orientação

Janelas Norte
10.4
Somatório das áreas (m2)

Janelas Este
0
Somatório das áreas (m2)

Janelas Sul
65.78
Somatório das áreas (m2)

Janelas Oeste
0
Somatório das áreas (m2)

Portas exteriores

Solução construtiva das portas exteriores

Porta em madeira PVC + PU

Porta metálica com isolamento

Porta metálica sem isolamento

Orientação

Portas Norte
2.55
Somatório das áreas (m2)

Portas Este
0
Somatório das áreas (m2)

Portas Sul
0
Somatório das áreas (m2)

Portas Oeste
0
Somatório das áreas (m2)

Figura 36 - Características construtivas das janelas e portas da moradia (TEK Biomasse, 2024)

Com os dados expostos e inseridos no software TEK Biomasse, obteve-se o dimensionamento da caldeira e as necessidades de AQS diárias, de aquecimento e a energia anual necessária, conforme exposto na

Figura 37.

Resultados

NI (/m2.ano)	Necessidades de AQS diárias	Necessidades de Aquecimento	Potência de aquecimento
53.88 kW.h	12.33 kW.h	20 610.57 kW.h	20.64 kW

Perfil de utilização do aquecimento

Tipo de utilização do aquecimento

6 horas/dia

8 horas/dia

12 horas/dia

24 horas/dia

Aguas Quentes Sanitárias AQS

Com AQS

Sem AQS

AQS Solar e ap. caldeira

Energia anual necessária (kW.h)
11 045.19 kW.h

Potência mínima da caldeira
28.0 kW

Figura 37 - Necessidades energéticas anuais, para dimensionamento da caldeira (TEK Biomasse, 2024)

De acordo com os resultados obtidos no dimensionamento anterior, foi selecionada uma caldeira de condensação da marca Vulcano, modelo Aquastar Connect ACP30/35C, sendo as principais características desta, representada na Figura 38, as seguintes:

- Potência nominal para aquecimento central de 30000W e para AQS de 35000W;
- Caldeira de condensação a gás natural, do tipo estanque;
- Pressão de trabalho de 21mbar;
- Caudal nominal de 3,600m³/h;
- Caldeira com funcionamento para aquecimento central e para AQS;



Figura 38 - Caldeira condensação Vulcano Aquastar Connect ACP 30/35C (Vulcano, 2024)

As fichas técnicas da placa e da caldeira estão incluídas nesta dissertação no apêndice B e apêndice C, sucessivamente.

O preço do gás natural que será considerado será da comercializadora Iberdrola, sendo este consumo inserido no escalão quarto de consumo, com 1000m³/ano a 10000m³/ano, sendo um contrato de cliente doméstico. Com estes fatores, o valor será de 0,3825€/dia de valor fixo e 0,0935€/kWh de valor de consumo. A escala de conversão de metros cúbicos para quilowatts-horas no gás natural é descrita na Figura 39.

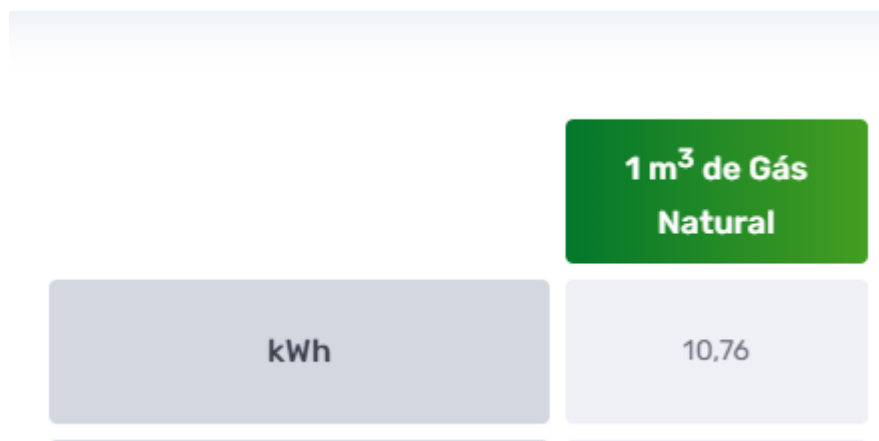


Figura 39 - Conversão de m³ para kWh no GN (REN PORTGÁS - DISTRIBUIÇÃO, 2024)

Para conversão de kWh em GJ, será usada a equação apresentada na Figura 40.

$$\text{Gigajoules} = \frac{\text{Kilowatt-hours}}{277.778}$$

Figura 40 - Converter kWh em GJ (FreeConvert, 2024)

Na elaboração do cenário 2 do presente caso de estudo, será considerado o custo atual de introdução do hidrogénio, diretamente na rede gás natural, de 5,55€/kg H₂, uma vez que este custo varia entre 3,5€/kg H₂ e 7,6€/kg H₂. (Direção Geral de Energia e Geologia, 2019)

Relativamente ao custo associado à produção de CO₂ derivado do uso dos equipamentos a gás, este será considerado de 22,50€/ton CO₂, conforme indicado na Figura 41 sendo este um valor pressuposto na preparação do PNEC 2030.

CAPÍTULO 3 – Desenvolvimento

	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
População (mil habitantes)	9 543	9 338	9 188	9 028	8 880	8 753	8 644
Varição do PIB	1,92%	1,98%	1,70%	1,00%	0,70%	0,70%	0,70%
VAB nos Serviços	112,4	109,9	124,8	134,4	140,5	146,2	152,1
VAB Ind. Transformadora (G€)	24,4	24,4	26,4	27,8	28,7	29,8	30,8
VAB Ind. Extractiva (G€)	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8
VAB Agricultura etc. (G€)	2,8	3,2	3,3	3,4	3,6	3,7	3,8
VAB Construção e O.P. (G€)	8,5	6,5	6,7	7,3	7,5	7,8	8,1
Impostos (G€)	22,4	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7
Preço gás natural industrial (€/MWh)	23,7	22,3	17,1	19,7	22,6	22,6	22,6
Preço gás natural doméstico (€/MWh)	30,0	40,0	31,0	33,5	36,0	37,0	38,0
Preço da eletricidade (€/MWh)	37,7	50,9	45,5	46,7	47,9	49,0	50,0
Preço das emissões (€/tonCO ₂)	2,8	7,5	15,0	22,5	33,5	42,0	50,0

Figura 41 - Pressupostos macroeconómicos para preparação do PNEC 2030 (Direção-Geral de Energia e Geologia, 2018)

Relativamente às propriedades do gás natural, será considerado no presente caso de estudo que será gás natural proveniente de transporte marítimo, LNG, tendo as suas principais propriedades descritas na Figura 42.

Dados de referência do Gás Natural

	Magreb (% molar)	LGN** (mín.)	Média (máx.)
Metano	87,885	92,215	90,05
Etano	8,056	4,841	6,4485
Propano	1,378	2,111	1,7445
i-butano	0,108	0,36	0,234
n-butano	0,158	0,381	0,2695
i-pentano	0,022	0,018	0,02
n-pentano	0,018	0,003	0,0105
n-hexano	0,02	0	0,01
Azoto	1,088	0,071	0,5795
Co2	1,266	0	0,633
Total	100,00	100,00	100,00
Peso molecular	18,192	17,646	17,919
Massa volúmica, Kg/m ³	0,8141	0,7897	0,8019
Densidade relativa	0,6297	0,6107	0,6202
	Kwh/m ³	Kwh/m ³	Kwh/m ³
P.C.S. (Poder Calorífico Superior)	11,8	12	11,9
P.C.I. (Poder Calorífico Inferior)	10,66	10,85	10,755
Índice de Wobbe (sobre PCS)	14,87	15,36	15,115

De acordo com a Especificação M-00000-GPC-MI-0000-Rev6 - Gas Properties da ADN Gasodutos.

*Magreb - gás proveniente do gasoduto argelino

**LNG - gás natural liquefeito transportado por barco (maltaiseiro)

Figura 42 - Propriedades do gás natural consumido em Portugal (Floene)

Uma vez que a percentagem de metano no gás natural do tipo LNG é de 92,215%, na execução dos cenários deste caso de estudo, serão desprezados os restantes compostos químicos da reação de combustão.

No seguimento da modelação do caso de estudo, iremos, de seguida desenvolver o cenário 1 e cenário 2, de forma a obter o custo anual do consumo de gás, da produção total anual de CO₂ e do custo anual da emissão de CO₂.

Cenário 1:

Dados:

FE GN	64,1kg CO ₂ e/GJ (Direcção-Geral de Energia e Geologia, 2008)
Consumo anual de gás da placa	2737,5kWh
Consumo anual de gás da caldeira	11045,19kWh
Preço anual da Produção de CO ₂	22,50€/ton CO ₂
Preço kWh GN	0,0935€/kWh
Preço fixo diário de GN	0,3825€/dia

Tabela 4 - Dados cenário 1

Análise energética:

Consumo total anual de gás, em kWh: $2737,5 + 11045,19 = 13782,69\text{kWh}$

No cenário 1, 100% do gás consumido na moradia é gás natural;

Consumo total anual de gás natural, em kWh: 13782,69kWh

Análise ambiental:

Consumo anual de GN, em m³: $13782,69 / 10,76 = 1280,92\text{m}^3$

Consumo anual de GN, em GJ: $13782,69 / 277,778 = 49,62\text{GJ}$

Produção anual de CO₂, em kg: $49,62 \times 64,1 = 3180,64\text{kg}$

Análise económica:

Custo anual de GN, por kWh consumido: $13782,69 \times 0,0935 = 1288,68\text{€}$

Custo anual fixo: $0,3825 \times 365 = 139,61\text{€}$

Custo anual de GN: $139,61 + 1288,68 = 1428,29\text{€}$

Custo anual produção CO₂: $22,50 \times (3180,64 \times 10^{-3}) = 71,56\text{€}$

Custo anual total: $1428,29 + 71,56 = 1499,85\text{€}$

Cenário 2:

Dados:

FE_{GN}	64,1kg CO ₂ e/GJ (Direcção-Geral de Energia e Geologia, 2008)
ρ_{H_2}	0,08967kg/m ³
PCI_{GN}	10,85 kWh/m ³
PCI_{H_2}	119,9MJ/kg = 119900kJ/kg (Nikolaidis & Poullikkas, 2017)
Consumo anual de gás da placa	2737,5kWh
Consumo anual de gás da caldeira	11045,19kWh
Preço anual da Produção de CO ₂	22,50€/ton CO ₂
Preço kWh GN	0,0935€/kWh
Preço fixo diário de GN	0,3825€/dia
Preço kg H ₂	5,55€/kg H ₂

Tabela 5 - Dados cenário 2

Análise energética:

Consumo total anual de gás, em kWh: 2737,5 + 11045,19 = 13782,69kWh

No cenário 2, definiu-se que do volume de 80% do gás consumido é gás natural e 20% é hidrogénio.

$$PCI_{H_2} \text{ (kWh/m}^3\text{)} = 119900 \times 0,000278 \times 0,08967 = 2,99 \text{ kWh/m}^3$$

$$PCI_{GN} \text{ (kWh/m}^3\text{)} = 10,85 \text{ kWh/m}^3$$

$$PCI_{mistura} \text{ (kWh/m}^3\text{)} = 2,99 \times 20\% + 10,85 \times 80\% = 9,28 \text{ kWh/m}^3$$

Volume de gás, em $m^3 = \text{Energia (kWh)} / \text{PCI}_{\text{mistura}} (\text{kWh}/m^3) = 13782,69 / 9,28 = 1485,20m^3$

Consumo anual de GN: $1485,20 \times 0,8 = 1188,16m^3$

Consumo anual de H₂: $1485,20 \times 0,2 = 297,04m^3$

Análise ambiental:

Consumo anual de GN, em kWh: $1188,16 * 10,76 = 12698,52\text{kWh}$

Consumo anual de GN, em GJ: $12698,52 / 277,778 = 45,71\text{GJ}$

Consumo anual de H₂, em kWh: $297,04 \times 2,99 = 888,15\text{kWh}$

Consumo anual de H₂, em kg: $297,04 \times 0,08967 = 26,64\text{kg}$

Produção anual de CO₂, em kg: $45,71 \times 64,1 = 2930,01\text{kg}$

Análise económica:

Custo anual de GN por kWh consumido: $12698,52 \times 0,0935 = 1187,31\text{€}$

Custo anual fixo: $0,3825 \times 365 = 139,61\text{€}$

Custo anual consumo H₂: $26,64 \times 5,55 = 147,85\text{€}$

Custo anual de gás: $1187,31 + 139,61 + 147,85 = 1474,77\text{€}$

Custo anual produção CO₂: $22,50 \times (2930,01 \times 10^{-3}) = 65,93\text{€}$

Custo anual total: $1474,77 + 65,93 = 1540,70\text{€}$

Caso português:

A nível nacional, no mês de setembro, o consumo nacional de GN foi de 3302GWh.
(REN DATA HUB, 2024)

Extrapolando para uma previsão a 12 meses, perfaz um total de 39624GWh.

Aplicando o cenário 1 ao caso português:

Análise ambiental:

Consumo anual de GN, em m³: $39624 \times 10^6 / 10,76 = 3,68 \times 10^9 \text{ m}^3$

Consumo anual de GN, em GJ: $39624 \times 10^6 / 277,778 = 142,65 \times 10^6 \text{ GJ}$

Produção anual de CO₂, em kg: $142,65 \times 10^6 \times 64,1 = 9,14 \times 10^9 \text{ kg}$

Análise económica:

Custo anual de GN, por kWh consumido: $39624 \times 10^6 \times 0,0935 = 3,70 \times 10^9 \text{ €}$

Custo anual produção CO₂: $22,50 \times (9,14 \times 10^9 \times 10^{-3}) = 205,65 \times 10^6 \text{ €}$

Custo anual total: $3,70 \times 10^9 + 205,65 \times 10^6 = 3,91 \times 10^9 \text{ €}$

Aplicando o cenário 2 ao caso português:

Volume de gás, em m³ = Energia (kWh) / PCI_{mistura} (kWh/m³) = $39624 \times 10^6 / 9,28 = 4,27 \times 10^9 \text{ m}^3$

Consumo anual de GN: $4,27 \times 10^9 \times 0,8 = 3,42 \times 10^9 \text{ m}^3$

Consumo anual de H₂: $4,27 \times 10^9 \times 0,2 = 8,54 \times 10^8 \text{ m}^3$

Análise ambiental:

Consumo anual de GN, em kWh: $3,42 \times 10^9 \times 10,76 = 36,80 \times 10^9 \text{ kWh}$

Consumo anual de GN, em GJ: $36,80 \times 10^9 / 277,778 = 132,48 \times 10^6 \text{ GJ}$

Consumo anual de H₂, em kWh: $8,54 \times 10^8 \times 2,99 = 2,55 \times 10^9 \text{ kWh}$

Consumo anual de H₂, em kg: $8,54 \times 10^8 \times 0,08967 = 76,52 \times 10^6 \text{ kg}$

Produção anual de CO₂, em kg: $132,48 \times 10^6 \times 64,1 = 8,49 \times 10^9 \text{ kg}$

Análise económica:

Custo anual de GN por kWh consumido: $36,80 \times 10^9 \times 0,0935 = 3,44 \times 10^9 \text{ €}$

Custo anual consumo H₂: $2,55 \times 10^9 \times 5,55 = 14,15 \times 10^9 \text{ €}$

Custo anual de gás: $3,44 \times 10^9 + 14,15 \times 10^9 = 17,59 \times 10^9 \text{ €}$

Custo anual produção CO₂: $22,50 \times (8,49 \times 10^9 \times 10^{-3}) = 191,03 \times 10^6 \text{ €}$

Custo anual total: $17,59 \times 10^9 + 191,03 \times 10^6 = 17,78 \times 10^9 \text{ €}$

CAPÍTULO 5

5 - Discussão de resultados

No presente capítulo, serão apresentados, analisados e discutidos os resultados obtidos no caso de estudo, elaborado no capítulo 4.

5.1 - Apresentação dos resultados do caso de estudo

No caso de estudo apresentado no capítulo 4, com o intuito de quantificar, para dois cenários, a análise económica, ambiental e energética de uma moradia com a ocupação de cinco pessoas, onde estes utilizam gás para confeção de refeições, para AQS e aquecimento central.

Foram considerados dois cenários: o cenário 1, onde apenas a moradia foi abastecida com gás natural, e o cenário 2, onde a moradia foi abastecida com um volume de 80% de gás natural e 20% de hidrogénio. Na sequência destas análises, obtiveram-se os seguintes resultados para o cenário 1, descritos na Tabela 6, e os resultados para o cenário 2, descritos na Tabela 7.

Análise energética	Consumo anual GN	13782,69kWh
		1280,92m3
Análise ambiental	Emissão anual CO ₂	3180,64kg
Análise económica	Custo anual GN	1288,68€
	Custo anual emissão CO ₂	71,56€
	Custo anual total	1499,85€

Tabela 6 - Resultados cenário 1: 100% GN

Análise energética	Consumo anual GN	12698,52kWh
		1188,16m ³
	Consumo anual H ₂	888,15kWh
		297,04m ³
Análise ambiental	Emissão anual CO ₂	2930,01kg
Análise económica	Custo anual GN	1187,31€
	Custo anual H ₂	147,85€
	Custo anual emissão CO ₂	65,93€
	Custo anual total	1540,70€

Tabela 7 - Resultados obtidos cenário 2: 80% GN + 20% H₂

5.2 - Discussão de resultados

Ao analisar os dados do caso de estudo, apresentados no capítulo 5.1, relativos aos dois cenários elaborados, obteve-se resultados conclusivos e distintos.

Este trabalho foi desenvolvido de forma a elaborar a análise do hidrogénio em três diferentes tipologias: a análise energética, ambiental e económica. Seguidamente iremos discutir os resultados apresentados, sucessivamente, para as três tipologias.

Análise energética

Na análise energética, o cenário 1, onde todo o consumo de gás corresponde a gás natural, foram necessários 1280,92m³, pelo que, no cenário 2, o consumo de gás natural foi de 1188,16m³ e o consumo de hidrogénio de 297,04m³, representado uma redução de 7,2% no consumo de gás natural do edifício. Por outro lado, o cenário 2 representa um aumento de 15% no consumo de gás da moradia.

Análise ambiental

A combustão do hidrogénio, devido à sua composição molecular, gera vapor de água como subproduto da sua reação. Já o gás natural, após a sua combustão, gera dióxido de carbono. Neste seguimento, o dióxido de carbono gerado nos equipamentos de queima da residência produziram, no cenário 1, 3180,64kg, enquanto no cenário 2 geraram 2930,01kg, valor este inferior em 7,88% ao do anterior cenário exposto.

Análise económica

Economicamente, a adição de hidrogénio no abastecimento ao edifício residencial, conforme determinado no cenário 2, reduz, anualmente, 7,87% o custo de gás, em comparação com o fornecimento de gás natural.

Relativamente ao custo da emissão de CO₂, apesar de este não ser um custo que afeta diretamente os cidadãos, é um custo para os diversos estados mundiais. A presença de hidrogénio no fornecimento à moradia reduz o custo desta emissão em 7,87%.

Em conjunto, na análise económica, existe um aumento do custo do cenário 2, tendo este um custo total anual de 1540,70€ em comparação com o cenário 1, com um valor de custo de 1499,85€, é de 2,72%.

Em suma, os resultados obtidos na elaboração do caso de estudo apresentam melhorias a nível ambiental no cenário 2, onde existiu a injeção de H₂ na rede de gás natural, em comparação com o cenário 1. Por outro lado, a nível económico e energético, devido à redução do PCI da mistura entre GN e H₂ no cenário 2, existiu um aumento do consumo de gás anualmente, por consequência, um aumento do custo anual do consumo de gás.

No desenvolvimento do caso de estudo do capítulo 4 surgiram certos desafios, quer por ausência de dados relativos ao preço de venda do hidrogénio, quer no

consumo de gás que uma habitação, em Portugal, necessita para efeito de confeção de refeições. Por outro lado, ao longo da execução do caso de estudo, surgiram as oportunidades de futuros trabalhos para analisar o abastecimento a edifícios com percentagens de hidrogénio inferiores a 20% ou executar o estudo do abastecimento de hidrogénio a um edifício residencial com múltiplos fogos.

CAPÍTULO 6

6 - Conclusão

Este capítulo tem como objetivo apresentar a conclusão do trabalho desenvolvido e enumerar limitações e oportunidades de trabalhos futuros.

6.1 - Conclusões finais

Em primeiro lugar, foi possível perceber que, a produção de hidrogénio poderá ocorrer através de diferentes processos, sendo estes diferenciados pela matéria-prima utilizada, pelas necessidades energéticas e, ainda, pelas condições de pressão e temperatura específicas de cada processo. O vetor de energia hidrogénio, poderá, assim, e conforme concluído com esta dissertação, ter diferentes aplicabilidades em diversos setores, destacando-se as cinco cadeias de valor do hidrogénio, nomeadamente a P2P, P2M, P2G, P2I e P2Fuel.

Em segundo lugar, analisando as infraestruturas de produção, distribuição e armazenamento de hidrogénio, concluiu-se que, em Portugal, atualmente, não existem infraestruturas implementadas suficientes para os objetivos previstos no PNEC e no ENH2, no entanto, encontram-se em execução e em estudo, vários projetos para construção destas infraestruturas, de forma a colmatar as diferentes necessidades nacionais, podendo dessa forma contribuir para o aumento da capacidade do sistema energético permitindo o armazenamento de energia excedente gerada a partir de fontes renováveis, como por exemplo a energia solar ou eólica.

Em terceiro lugar, no que concerne ao caso de estudo analisado, foram obtidos diferentes resultados para os dois cenários propostos, tendo por base o fornecimento de gás para um edifício residencial. Desde logo, no cenário 2, foi estudada a introdução de hidrogénio num volume de 20%, tendo, a mesma, sido analisada a nível energético, ambiental e económico, na qual se concluiu que a adição de hidrogénio apresentou uma redução a nível ambiental em comparação com o cenário 1, que

englobava apenas fornecimento de gás natural sem adição de hidrogénio. No entanto, a nível económico e a nível energético, existe um aumento no cenário 2.

No ponto extra do caso de estudo a nível nacional, verificamos que, anualmente, o custo de utilização do cenário 2 aumenta cerca de 78% face ao cenário 2, enquanto as emissões do cenário 2 reduziriam em 8% face ao cenário 1.

Em suma, a utilização do hidrogénio como combustível nos edifícios residenciais, a nível nacional, apresenta benefícios a nível ambiental, permitindo a nível nacional reduzir as emissões carbónicas. No entanto, apenas com a redução do custo da produção do H₂ é que este será um vetor de energia mais atrativo a nível económico.

6.2 - Limitações e trabalhos futuros

As principais limitações desta dissertação que poderão ser avaliadas em trabalhos futuros são os seguintes:

- Análise do impacto do hidrogénio no edifício de apartamentos;
- Estudo dos equipamentos e das redes de gás natural para injeção de hidrogénio em percentagens diferentes de 20%;
- Viabilidade da adaptação dos edifícios residenciais para o abastecimento a 100% de hidrogénio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

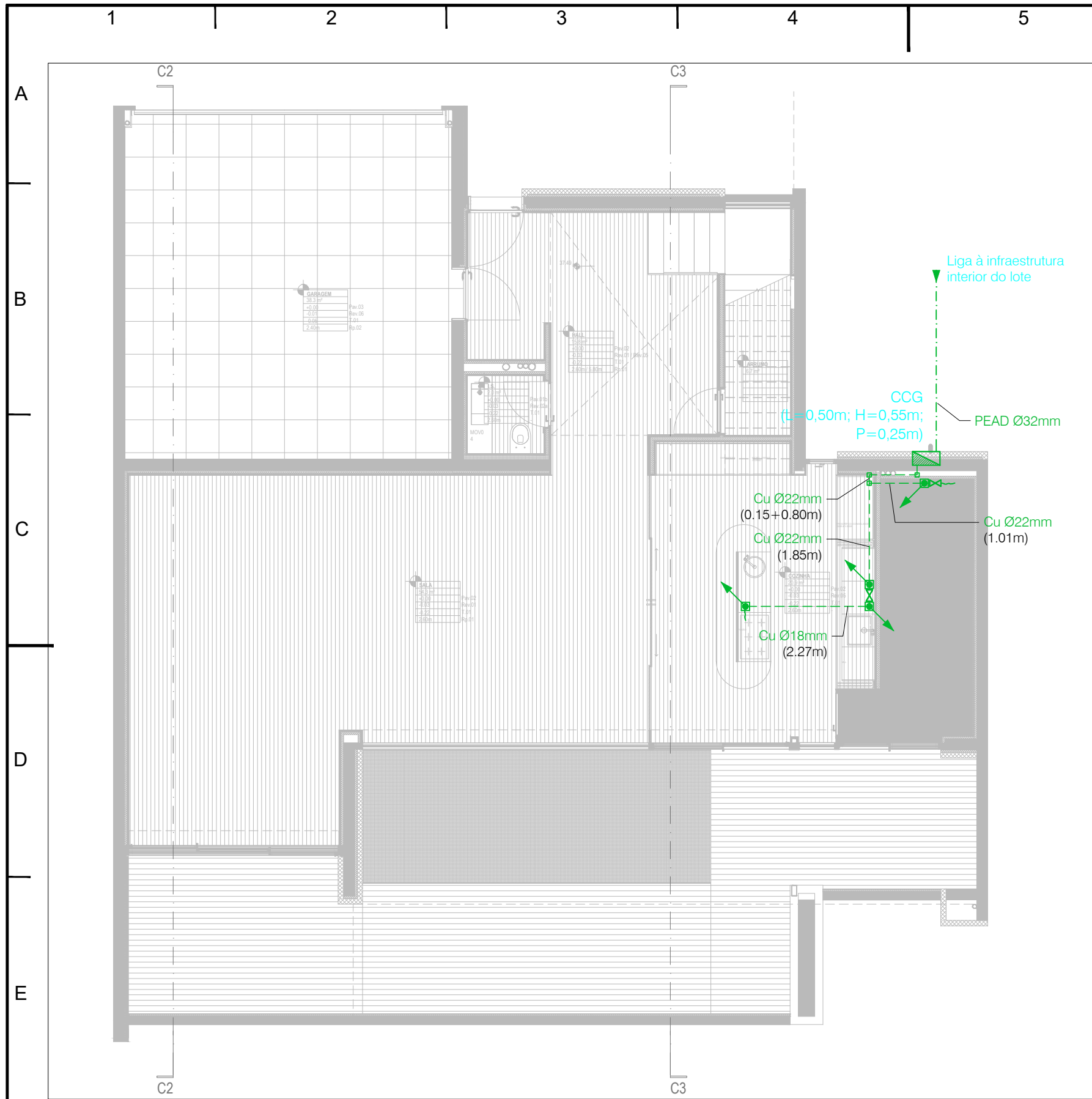
- Abe, J. O., Popoola, A. P. I., Ajenifuja, E., & Popoola, O. M. (2019). Hydrogen energy, economy and storage: Review and recommendation. Em *International Journal of Hydrogen Energy* (Vol. 44, Número 29, pp. 15072–15086). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.04.068>
- Acar, C., & Dincer, I. (2018). Hydrogen Production. Em *Comprehensive Energy Systems: Volumes 1-5* (Vol. 3, pp. V3-1-V3-40). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809597-3.00304-7>
- ADENE. (2020). Guia SCE – Indicadores de Desempenho Energético (REH).
- APREN. (2024). Evolução da Produção Elétrica em Portugal Continental. Produção. <https://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/destaques>
- Bairrão, D., Soares, J., Almeida, J., Franco, J. F., & Vale, Z. (2023). Green Hydrogen and Energy Transition: Current State and Prospects in Portugal. *Energies*, 16(1). <https://doi.org/10.3390/en16010551>
- Bosch. (2024). Serie 6, Placa a gás, 60 cm, Inox PCP6A5B90.
- Dincer, I., & Acar, C. (2014). Review and evaluation of hydrogen production methods for better sustainability. *International Journal of Hydrogen Energy*, 40(34), 11094–11111. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2014.12.035>
- Direção Geral de Energia e Geologia. (2019). ROTEIRO E PLANO DE AÇÃO PARA O HIDROGÉNIO EM PORTUGAL.
- Direção geral de Energia e Geologia. (2024). Diretiva do Desempenho Energético dos Edifícios. <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/eficiencia-energetica/sistema-de-certificacao-energetica-dos-edificios/diretiva-do-desempenho-energetico-dos-edificios/>
- Direção Geral de Energia e Geologia. (2024). Edifícios. Edifícios. <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/eficiencia-energetica/edificios>
- Direção-Geral de Energia e Geologia. (2018). O HIDROGÉNIO no Sistema Energético Português Desafios de Integração.
- Direção-Geral de Energia e Geologia. (2019a). Estratégia Nacional para o Hidrogénio. <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-transversais/relacoes-internacionais/politica-energetica/estrategia-nacional-para-o-hidrogenio-en-h2/>
- Direção-Geral de Energia e Geologia. (2019b). INTEGRAÇÃO DO HIDROGÉNIO NAS CADEIAS DE VALOR.
- Direção-Geral de Energia e Geologia. (2022). Despacho n.o 806-B/2022.
- Direção-Geral de Energia e Geologia. (2008). Despacho n.o 17313/2008.
- Esmeralda Rodrigues Estêvão, T., & Tomé Ribeiro, A. (2008). O Hidrogénio como combustível.
- Floene. (2024). O que é o Gás Natural? <https://portal.floene.pt/pt-pt/gas-natural/o-que-e>
- FreeConvert. (2024). Kilowatt-hours em Gigajoules. <https://www.freeconvert.com/pt/unit/kilowatt-hour-to-gigajoules>
- Garcia-Navarro, J., Isaacs, M. A., Favaro, M., Ren, D., Ong, W. J., Grätzel, M., & Jiménez-Calvo, P. (2023). Updates on Hydrogen Value Chain: A Strategic Roadmap. Em *Global Challenges*. John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/gch2.202300073>

-
- HyDeploy. (2024). Project Phases HyDeploy. Project Phases. <https://hydeploy.co.uk/project-phases/#phase-1-keele>
- Ikonnikova, S. A., Scanlon, B. R., & Berdysheva, S. A. (2023). A global energy system perspective on hydrogen Trade: A framework for the market color and the size analysis. *Applied Energy*, 330. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.120267>
- Jornal Público. (2023). Portugal aposta no hidrogénio para acelerar a transição energética. Público. <https://www.publico.pt/2023/10/18/estudiop/noticia/portugal-aposta-hidrogenio-acelerar-transicao-energetica-2066936>
- Kothari, R., Buddhi, D., & Sawhney, R. L. (2008). Comparison of environmental and economic aspects of various hydrogen production methods. Em *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 12, Número 2, pp. 553–563). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2006.07.012>
- Lã Branca, D. S. (2021). FUTURO DO HIDROGÉNIO VERDE EM PORTUGAL.
- Lechtenböhmer, S., & Schüring, A. (2011). The potential for large-scale savings from insulating residential buildings in the EU. *Energy Efficiency*, 4(2), 257–270. <https://doi.org/10.1007/s12053-010-9090-6>
- LNEG. (2020). Utilização das redes de gás natural para transporte e distribuição de H2. <https://www.certifhy.eu/>
- Manoharan, Y., Hosseini, S. E., Butler, B., Alzhahrani, H., Senior, B. T. F., Ashuri, T., & Krohn, J. (2019). Hydrogen fuel cell vehicles; Current status and future prospect. Em *Applied Sciences* (Switzerland) (Vol. 9, Número 11). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/app9112296>
- Manual de Eficiência Energética. (2024). Águas Quentes Sanitárias.
- Marland, G., & Rotty, R. M. (1984). Carbon dioxide emissions from fossil fuels: A procedure for estimation and results for 1950-1982. *TELLUS*, 36 D(4), 232–261. <https://doi.org/10.3402/tellusb.v36i4.14907>
- Momirlan, M., & Veziroglu, T. N. (2005). The properties of hydrogen as fuel tomorrow in sustainable energy system for a cleaner planet. *International Journal of Hydrogen Energy*, 30(7), 795–802. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2004.10.011>
- Nicoletti, G., Arcuri, N., Nicoletti, G., & Bruno, R. (2015). A technical and environmental comparison between hydrogen and some fossil fuels. *Energy Conversion and Management*, 89, 205–213. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2014.09.057>
- Nikolaidis, P., & Poullikkas, A. (2017). A comparative overview of hydrogen production processes. Em *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 67). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.044>
- Ostadi, M., Paso, K. G., Rodriguez-Fabia, S., Øi, L. E., Manenti, F., & Hillestad, M. (2020). Process integration of green hydrogen: Decarbonization of chemical industries. *Energies*, 13(18). <https://doi.org/10.3390/en13184859>
- Ozturk, M., & Dincer, I. (2021). A comprehensive review on power-to-gas with hydrogen options for cleaner applications. Em *International Journal of Hydrogen Energy* (Vol. 46, Número 62, pp. 31511–31522). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.07.066>
- Palma, P., Gouveia, J. P., & Clímaco, N. (2023). Viabilidade da descarbonização dos edifícios residenciais-desafios e propostas no contexto de Portugal Feasibility of decarbonizing residential buildings-challenges and proposals in the Portuguese Context.
-

-
- Panić, I., Cuculić, A., & Ćelić, J. (2022). Color-Coded Hydrogen: Production and Storage in Maritime Sector. Em *Journal of Marine Science and Engineering* (Vol. 10, Número 12). MDPI. <https://doi.org/10.3390/jmse10121995>
- Partidário, P., Aguiar, R., Martins, P., Rangel, C. M., & Cabrita, I. (2020). The hydrogen roadmap in the Portuguese energy system – Developing the P2G case. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(47), 25646–25657. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.10.132>
- Pathak, P. K., Yadav, A. K., & Padmanaban, S. (2023). Transition toward emission-free energy systems by 2050: Potential role of hydrogen. *International Journal of Hydrogen Energy*, 48(26), 9921–9927. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.12.058>
- Pérez-Lombard, L., Ortiz, J., & Pout, C. (2008). A review on buildings energy consumption information. *Energy and Buildings*, 40(3), 394–398. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.03.007>
- Pinto, M. G., & Martins Da Silva, L. (2017). Produção de H₂ a partir de água, em pequena escala, utilizando elétrodos de Ni foam e com recurso a energia fotovoltaica.
- Pinto Morgado, R. J. (2020). HIDROGÉNIO COMO AGENTE ATIVO NA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA NO REN PORTGÁS - DISTRIBUIÇÃO, S. A. (2019). Manual de especificações técnicas PortGás.
- REN PORTGÁS - DISTRIBUIÇÃO, S. A. (2024). Como se armazena e transporta o hidrogénio? Como se armazena e transporta o hidrogénio? <https://www.portgas.pt/particulares/apoio/perguntas-frequentes/como-se-armazena-e-transporta-o-hidrogenio/>
- REN PORTGÁS - DISTRIBUIÇÃO, S. A. (2024). Equivalências energéticas. <https://www.portgas.pt/profissionais/apoio/equivalencias-energeticas/>
- Ramachandran, R., & Menont, R. K. (1998). AN OVERVIEW OF INDUSTRIAL USES OF HYDROGEN. Em *ht. J. Hydrogen Enrvgy* (Vol. 23, Número 7).
- REN. (2024a). Armazenamento subterrâneo. Armazenamento subterrâneo. Armazenamento subterrâneo
- REN. (2024b). Gás. Gás. <https://www.ren.pt/pt-pt/atividade/gas>
- REN DATA HUB. (2024). balanço mensal. <https://datahub.ren.pt/pt/gas-natural/balanco-mensal/>
- Szydło, Z. A. (2020). Hydrogen-Some Historical Highlights. Em *Chemistry, Didactics, Ecology, Metrology* (Vol. 25, Número 1, pp. 5–34). Sciendo. <https://doi.org/10.2478/cdem-2020-0001>
- TEK Biomasse. (2024). TEK Biomasse Simulador. <https://tekbiomasse.com/simulador/>
- Vulcano, C. C. (2024). Caldeira Mural Vulcano.

APÊNDICES

APÊNDICE A – DESENHO REDE DE GÁS MORADIA



Planta Piso 0
Escala 1:100

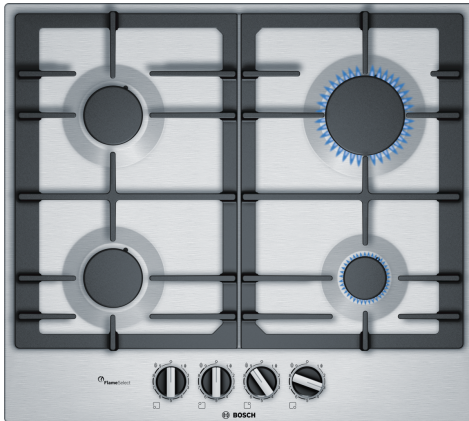


CORTE TRANSVERSAL ESQUEMÁTICO C3
ESCALA 1:100

DEPARTAMENTO RESPONSÁVEL Mestrado em Energias Sustentáveis DPEST		DESENHOU/VERIFICOU 1170672-Bernardo Silva			
PROPRIETÁRIO LEGAL Instituto Superior de Engenharia do Porto Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4249-015 Porto		TIPO DE DOCUMENTO Desenho ortográfico		LÍNGUA PT	
TÍTULO/TÍTULO COMPLEMENTAR Planta Piso 0 Rede de gás		REV.	REV.	ESCALA	FOLHA
			1	1:100	1/1
		ESTADO CONCLUÍDO		DATA DE EMISSÃO 2024-06-22	

APÊNDICE B – FICHA TÉCNICA PLACA A GÁS

**Serie 6, Placa a gás, 60 cm, Inox
PCP6A5B90**



HEZ298105 Simmer plate
HEZ298115 Grelha para recipientes pequenos

**A placa a gás em inox com FlameSelect:
ajuste preciso da chama em 9 níveis
definidos para resultados culinários
simplesmente perfeitos.**

- **FlameSelect:** ajuste preciso da chama de gás, usando nove níveis de configuração.
- **Preparado para gás biometano:** a sua placa a gás já vem pronta para funcionar com gás biometano renovável.
- **Superfície elegante com um design em inox.**

Produto: Caixa de comandos para gás
Tipo de construção: Encastre
Fonte de energia: Gás
Número de zonas que podem ser usados ao mesmo tempo: 4
Tipo de dispositivos de controlo: manípulos
Medidas do nicho para instalação (AxLxP): ...45 x 560-562 x 480-492 mm
Largura: 582 mm
Dimensões do produto: 53 x 582 x 520 mm
Dimensões do produto embalado: 141 x 651 x 578 mm
Peso líquido: 10.7 kg
Peso bruto: 11.5 kg
Indicador de calor residual: Sem
Localização do painel de controlo: Frente
Material da superfície da placa: Inox
Cor da superfície: Inox
Comprimento do cabo de ligação: 100.0 cm
Código EAN: 4242002837468
Classificação da ligação do gás: 7500 W
Protetor de fusível: 3 A
Voltagem: 220-240 V
Frequência: 50; 60 Hz



4 242002 837468

Serie 6, Placa a gás, 60 cm, Inox PCP6A5B90

**A placa a gás em inox com FlameSelect:
ajuste preciso da chama em 9 níveis
definidos para resultados culinários
simplesmente perfeitos.**

Design

- Superfície em Inox
- Grelhas de ferro fundido com apoios em borracha

Conforto

- FlameSelect: regulação precisa da chama com 9 níveis de potência.
- Comandos de design ergonómico: controlos de fácil acesso na parte frontal com um formato sólido para uma rotação sem esforço.
- Isqueiro integrado: apenas aperte e gire o controlo para acender a chama.

Queimadores e potência

- 4 queimadores a gás
- Frente esquerda: queimador normal até 1.75 kW (dependendo do tipo de gás)
- Atrás esquerda: Queimador normal até 1.75 kW (dependendo do tipo de gás)
- Atrás direita: queimador forte até 3 kW (dependendo do tipo de gás)
- Frente direita: queimador económico até 1 kW (dependendo do tipo de gás)

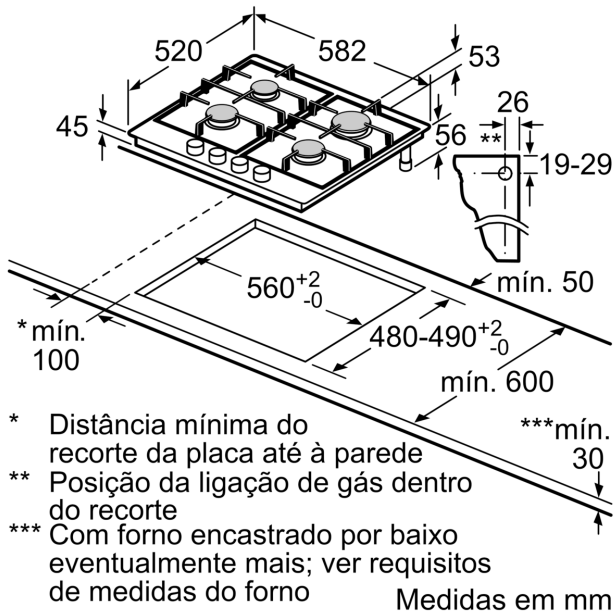
Segurança

- Segurança termoelectrica: evita automaticamente o fluxo de gás quando a chama se apaga.

Instalação (tipo de gás e medidas)

- Preparada para: gás nat L/LL G25/20mbar (DE)
- nat.gas H/E 20mbar,E+ 20/25mbar gas natural H 25 mbar (HU) gás natural L 25 mbar (NL) gás butano G30,31 28-30/37mbar gás butano G30 37 mbar (PL) gás butano 50 mbar
- Preparada para gás natural (20mbar)
- Inclui injetores de gás butano (28-30mbar). Contacte os serviços técnicos para encomendar injetores para outros tipos de gás ou para alterar os injetores.
- Medidas do aparelho (AxLxP mm): 53 x 582 x 520
- Dimensões do nicho para a instalação (AxLxP mm) : 45 x 560 x (480 - 492)
- Espessura mínima da bancada: 30 mm
- Comprimento do cabo: 1 m
- Potência da ligação: 7.5 kW

Serie 6, Placa a gás, 60 cm, Inox
PCP6A5B90



APÊNDICE C – FICHA TÉCNICA CALDEIRA A GÁS



Caldeiras Murais
Condensação
Convencionais

JANEIRO 2022



SOLUÇÕES DE ÁGUA QUENTE

Caldeiras Murais



Caldeiras Murais

Tenha todo o conforto em sua casa	03
Sistemas ErP	05
Serviços	07
Inovação e Evolução tecnológica	08

Caldeiras Murais de Condensação

Tecnologia de Condensação	09
Blocos Térmicos	12
Bomba Modulante de alta eficiência	13
Escolher uma Caldeira	14
Gama Aquastar Connect	16
Gama Eurostar Connect	18
Gama Lifestar Connect	20

Caldeiras Murais Convencionais

Gama Lifestar 2	22
-----------------	----

Formas de Exaustão

Caldeiras Murais de Condensação	24
Caldeiras Murais Convencionais	25

Informação técnica

Barra de Ligações	25
-------------------	----

Dimensões e Atravancamentos

Caldeiras Murais de Condensação	27
---------------------------------	----

Dados técnicos	30
-----------------------	-----------



Tenha todo o conforto em sua casa

Para proporcionar todo o conforto à sua casa, a Vulcano oferece uma solução integral de aquecimento central, com um sistema altamente intuitivo que se adapta perfeitamente à potência necessária da sua casa com a **Lifestar Connect** e com as novas gamas **Aquastar Connect** e **Eurostar Connect**.

Este sistema é também eficiente e silencioso, e possibilita o aumento da temperatura ambiente em todo o espaço da casa, preservando as principais qualidades do ar.

Para que este sistema de aquecimento central funcione é necessário uma caldeira que aqueça a água que vai percorrer toda a rede de tubagem até chegar aos diversos elementos emissores de calor – radiadores e toalheiros. É a circulação de água quente nos radiadores que permite o aumento da temperatura ambiente, de forma homogênea e natural.

As caldeiras Vulcano podem fornecer águas sanitárias de duas formas distintas: através de um aquecimento instantâneo da água, ou através de um aquecimento por acumulação, utilizando-se para isso um depósito acoplado.

Com estabilidade de temperatura e de caudal, mesmo havendo vários pontos de tiragem, obtém-se água quente rapidamente na torneira. Por isso, um sistema de aquecimento central pode também proporcionar, para além do conforto de uma temperatura ambiente agradável, a produção de águas quentes sanitárias. Este sistema de aquecimento central pode ser regulado e otimizado através dos indispensáveis sistemas de controlo, programadores e termóstatos, para que seja o mais eficiente possível.

As caldeiras possuem uma **bomba modulante de alta eficiência** que permite poupanças relevantes no consumo elétrico.

Aos utilizadores garante-se todo o conforto, com o maior controlo dos gastos de energia. No seu conjunto, as opções fornecidas por um sistema de aquecimento central Vulcano tornam-no na melhor solução para obter um conforto completo em qualquer situação.

Os sistemas de produção de A.Q.S. e de aquecimento são ainda compatíveis com a instalação de coletores solares térmicos.

As caldeiras de condensação da Vulcano cumprem inteiramente a nova Diretiva Energética (ErP-EuP), permitindo elevar os níveis de eficiência energética até aos 94%, promovendo a inovação, e um futuro cada vez mais sustentável e mais verde.

É assim chegado o momento de afirmar solidamente a nossa **Inteligência Verde** – garantia de eficiência energética, poupança e confiança.





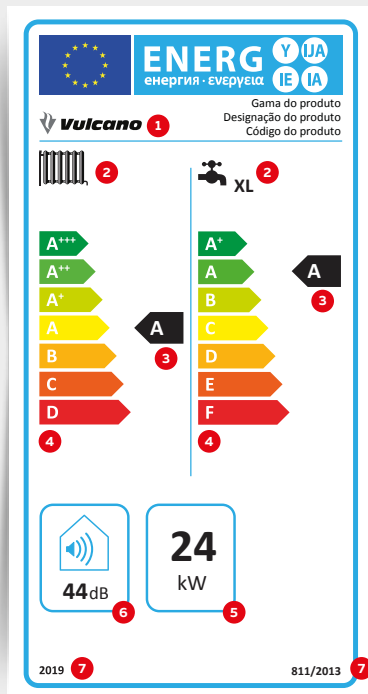
A Etiquetagem Energética

A Etiquetagem Energética é obrigatória e essencial para que os consumidores possam analisar e fazer escolhas mais acertadas. As etiquetas classificam os produtos a nível individual, o que permite comparar a eficiência energética dos equipamentos, segundo critérios uniformes. Sistemas com caldeiras e outros equipamentos com potência até 70 kW e depósitos com capacidade até 500 l têm de ser identificados com etiqueta de eficiência energética (ELD).

A etiqueta e a ficha de produto são exclusivas a cada equipamento e da responsabilidade do fabricante.

A etiqueta de sistema é gerada através de parâmetros que o fabricante deve fornecer para classificar os diferentes componentes do sistema e é da responsabilidade do instalador, comerciante ou fornecedor o seu fornecimento, exceto no caso de sistemas pré-definidos, que são da responsabilidade do fabricante.

Etiqueta de Caldeiras exemplificativa



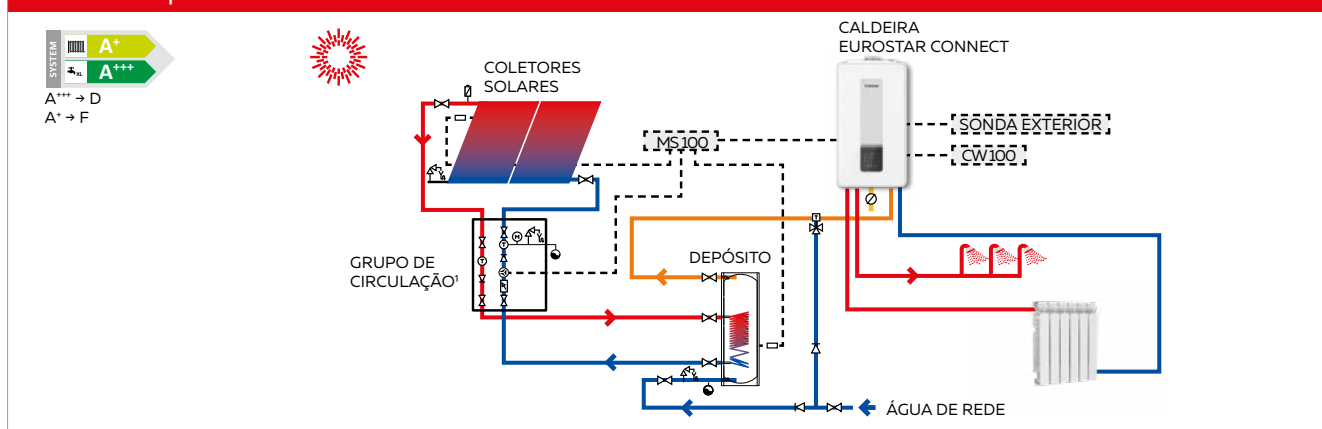
- 1 Fabricante/Marca
- 2 Função de aquecimento de água e perfil de consumo declarado
- 3 Classe de eficiência energética do aquecimento de água
- 4 Classes de eficiência
- 5 Consumo de energia anual (Se for eletricidade é expresso em kWh/annum, se for um combustível vem expresso em GJ/annum)
- 6 Nível de potência sonora no interior
- 7 Ano de introdução da etiqueta e número da norma

Nota: A classe de eficiência energética indica a classificação do produto Lifestar Connect LCP 24/30 C, um modelo da gama Lifestar Connect. A classe de eficiência energética de outros produtos da mesma gama pode diferir.

Sistemas ErP

Exemplos de princípios de funcionamento

Aplicação individual de A.Q.S. através de um sistema de circulação forçada com depósito de uma serpentina

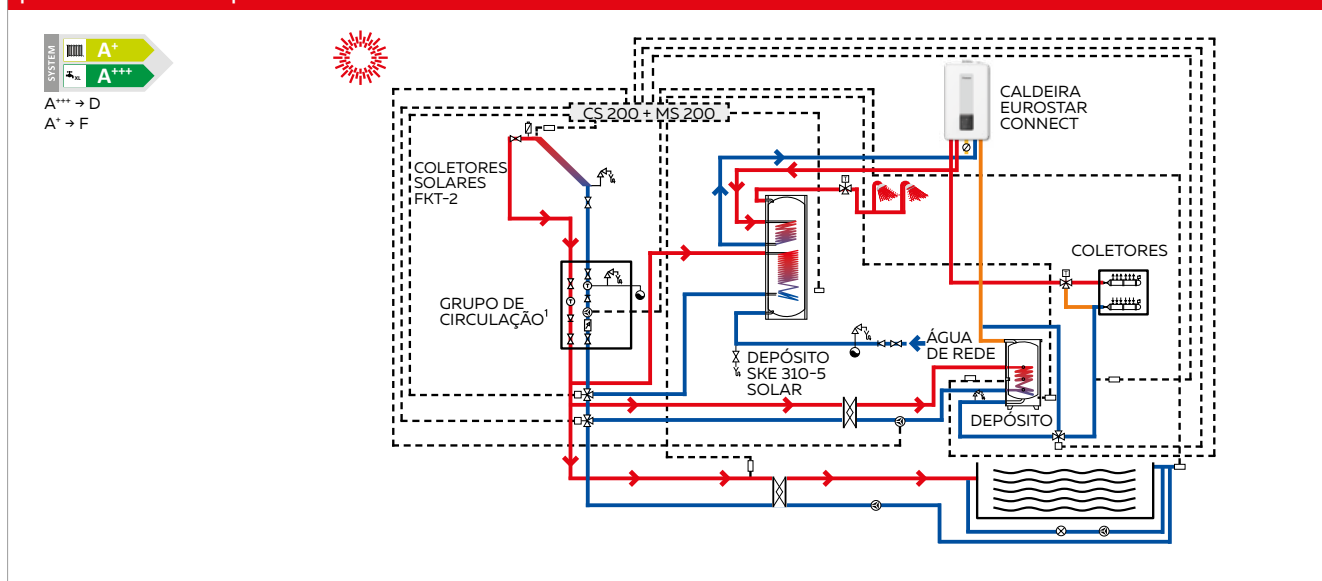


Caldeira

Modelo	Depósito	Coletor	Controlador	Grupo de circ.	Classificação energ. A.Q.S.	Perfil consumo
Eurostar Connect ECP 24/30	S 300.2 ER C	2 x FCC-2S	CW 100 + MS 100	AGS 10-2	A+ A+	XL
Eurostar Connect ECP 24/30	S 400.2 ER C	3 x FCC-2S	CW 100 + MS 100	AGS 10-2	A+ A++	XL
Eurostar Connect ECP 24	S 500.2 ER C	4 x FCC-2S	CW 100 + MS 100	AGS 10-2	A+ A+++	XL

A classificação energética indicada pode variar de acordo com cada sistema.

Aplicação individual de A.Q.S., aquecimento de água de piscina e apoio no aquecimento de piso radiante através da combinação de depósito de dupla serpentina e de inércia e através de um permutador de placas



Caldeira

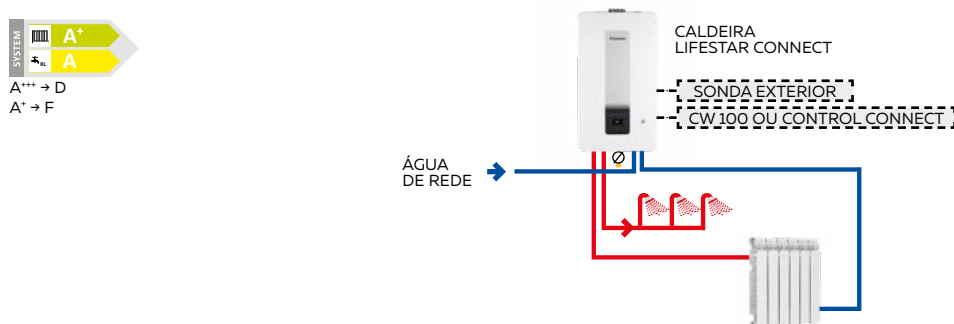
Modelo	Depósito A.Q.S.	Depósito C.H.	Coletor	Controlador	Grupo de circ.	Classificação energ. A.Q.S.	Perfil consumo
Eurostar Connect ECP 24	SKE 310-5 Solar	G 260-I	6 x FKT-2	CS 200 + MS 200	AGS 10-2	A+ A+++	XL

A classificação energética indicada pode variar de acordo com cada sistema.

Sistemas ErP

Exemplos de princípios de funcionamento

Aplicação individual de A.Q.S. e Aquecimento Central através de caldeira e controlador



Sistema caldeira e controlador

Caldeira	Controlador	Classificação energ. A.Q.S.	Perfil consumo
Lifestar Connect LCP 24/30 C	CW 100 ou Control Connect	 A+++ → D A+ → F	XL

A classificação energética indicada pode variar de acordo com cada sistema.

<ul style="list-style-type: none"> ● Vaso de expansão ⊖ Termóstato ⊙ Bomba Circuladora ⊠ Fluxóstato ⊗ Válvula de regulação de caudal ⊘ Estabilizador automático de caudal ⊙ Prugador de ar automático ⊗ Válvula de corte 	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Válvula de segurança com esgoto sifonado ⊙ Manómetro ⊗ Válvula anti-retorno ⊘ Válvula misturadora termostática ⊙ Permutador de placas ⊗ Válvula de 3 vias com comando ⊙ Sonda ⊗ Válvula termostatizável 	<ul style="list-style-type: none"> ⊗ Filtro ⊘ Válvula de corte de gás - - Circuito elétrico — Circuito hidráulico (água quente) — Circuito hidráulico (água fria) — Circuito hidráulico (água pré-aquecida) <p>1 Para instalações coletivas adequar o grupo de circulação Vulcano ao número de coletores a instalar.</p>
--	--	--

Estes esquemas de funcionamento são exemplificativos e a Vulcano recomenda, para o dimensionamento do equipamento solar, o aconselhamento junto do Gabinete de Estudos e Dimensionamento da Vulcano.

Os preços indicados são sugeridos. Sobre os preços dos produtos incide a taxa de IVA em vigor.

A classificação energética indicada pode variar de acordo com cada produto.

Os preços apresentados incluem EcoREEE segundo tabela em vigor de prestação financeira à entidade gestora de REEE, de acordo com o artigo 14.º do Decreto-Lei n.º 152-D/2017, de 11 de dezembro. A Vulcano não se responsabiliza por erros tipográficos. A presente tabela pode ser alterada sem aviso prévio.

Serviços

www.vulcano.pt



O website da Vulcano contém **informação rigorosa e atualizada** sobre produtos, serviços, documentação e pós-venda. Além das áreas de acesso público a Vulcano criou uma área reservada aos profissionais, com documentação técnica especializada, útil para o desenvolvimento da sua atividade. Acesse ao website Vulcano em **www.vulcano.pt**.

Documentação



A comunicação ao mercado sobre produtos passa, entre outros aspetos, pelo **desenvolvimento de informação técnico-comercial**, com o intuito de informar e esclarecer as dúvidas dos nossos clientes sobre toda a gama de produtos Vulcano. Acesse à documentação em **www.vulcano.pt** (menu "Documentação").

Gabinete de Estudos e Dimensionamento (GED)



O Gabinete de Estudos e Dimensionamento da Vulcano tem por principal função o **dimensionamento de sistemas de aquecimento destinado a águas quentes sanitárias, em especial com recurso a soluções solares, aquecimento central e aquecimento de piscinas, e dimensionamento destinado à climatização (ar condicionado)**. Oferece uma resposta rápida e de confiança ao instalador, construtor e projetista, no aconselhamento, preparação e concretização de soluções.

Formação



O **Instituto de Formação Vulcano (IFV)** apresenta um extenso conjunto de cursos nas vertentes de Produto, Técnicos, Comportamentais e de Certificação Legal, essenciais a todos os técnicos já no mercado e àqueles que pretendam iniciar-se no ramo da climatização, águas quentes sanitárias e energia solar. O IFV conta com formadores altamente qualificados e com experiência reconhecida nos temas abordados e com centros de formação em Aveiro e Lisboa, disponibilizando os mais recentes modelos de aparelhos para as aulas práticas.

Contratos de Manutenção



Os **Contratos de Manutenção Vulcano** reduzem custos e asseguram um acompanhamento periódico por especialistas. **Contratos de Manutenção:** para Caldeiras Murais a Gás, Caldeiras de Chão a Gás e a Gasóleo, Termoacumuladores, Esquentadores e Solar.

Pós-Venda

Serviço Pós-Venda
211 540 721*

De 2ª a
6ª Feira

8H00
20H00

*Chamada para a rede fixa nacional

A Vulcano coloca à disposição dos clientes uma assistência técnica especializada, através do número de telefone **211 540 721***. A mais vasta rede de postos de assistência técnica, com cobertura em todo o país, permite um elevado nível de serviço com tempo de resposta médio entre 24h e 48h (1 a 2 dias úteis), transmitindo toda a confiança aos utilizadores.

Redes Sociais



Para manter a proximidade com os seus parceiros, a Vulcano também está presente nas redes sociais. Estas plataformas oferecem um maior acesso às notícias mais relevantes, novos produtos, passatempos, novidades exclusivas da marca e muito mais.

Inovação e Evolução tecnológica



Eficiência Energética

Os diversos modelos das Caldeiras Murais Vulcano estão de acordo com a nova normativa ErP, destacando o alto rendimento sazonal em aquecimento. Todos os modelos estão certificados e identificados, garantindo que sabe sempre qual a classificação energética de cada aparelho, podendo assim fazer uma escolha mais consciente.



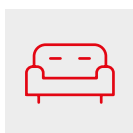
Blocos Térmicos

As Caldeiras de Condensação têm na sua composição Blocos Térmicos, inteiramente desenvolvidos pela Vulcano. Por serem produzidos em alumínio silício de alta qualidade permitem uma performance e robustez muito superiores, sendo **3 vezes mais compactos e leves e oferecendo até 14 vezes mais condutividade térmica** que o aço inoxidável usado por outras marcas.



Ecologia e Compatibilidade Solar

As Caldeiras Murais da Vulcano são **compatíveis com instalações solares** e empregam materiais recicláveis no seu fabrico. Algumas integram **tecnologia de condensação** e todas possuem dispositivos de segurança que reduzem os níveis de emissão de CO₂, garantindo uma maior eficiência e cuidado ambiental.



Conforto

Recorrendo sempre a inovadoras soluções tecnológicas, os diversos modelos da gama de Caldeiras Murais a gás Vulcano proporcionam um grau máximo de conforto, qualquer que seja a utilização, com potências disponíveis desde os **25 kW aos 35 kW em A.Q.S. de 24 a 30 kW em aquecimento** conjugadas com várias versões de águas instantâneas (ZW) ou por acumulação (ZS), com potências de **24 e 30 kW**.



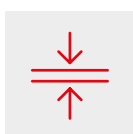
Bomba Circuladora Modulante

Todas as Caldeiras Vulcano possuem uma bomba circuladora modulante de alta eficiência, um componente que permite poupanças significativas no consumo elétrico e redução do nível de ruído. E graças a um maior fluxo de água, supera maiores perdas de carga nas instalações, principalmente em piso radiante.



Segurança

O conforto, a economia ou a ecologia dos produtos Vulcano só fazem sentido quando associados aos mais elevados índices de segurança do seu setor. Por isso, os nossos aparelhos estão equipados com múltiplos mecanismos para garantir não só a segurança do seu funcionamento, como a sua eficiência. Além disso, a gama de Caldeiras Murais Vulcano inclui ainda versões ventiladas e estanques para instalações com condições de exaustão deficientes.



Dimensões

As Caldeiras Murais da Vulcano apresentam os mais pequenos volumes, facilitando a sua integração em pequenos espaços. Com apenas 300 mm de profundidade, os modelos Lifestar Connect e Eurostar Connect, destacam-se como soluções compactas com dimensões facilmente adaptáveis a qualquer armário de cozinha.



Maior eficiência

Combinando os modelos de caldeiras de condensação com alguns controladores modulantes, é possível alcançar um maior nível de eficiência com classe A+ em aquecimento.



Facilidade de Instalação e Manutenção

As Caldeiras Murais da Vulcano são fáceis de instalar. Incluem um suporte de pré-instalação, o que permite que a instalação seja efetuada apenas por uma pessoa em alguns modelos. Além disso, integram componentes de fácil acesso e construção, de modo a permitir um uso mínimo de ferramentas.



Caldeiras Murais de Condensação

Tecnologia de Condensação

Cumprindo as novas exigências de mercado e respondendo às metas e mandatórios de eficiência energética, **a Vulcano aposta na tecnologia de condensação com uma vasta gama de caldeiras:** Lifestar Connect, Aquastar Connect e Eurostar Connect.

As Caldeiras de Condensação, cuja tecnologia aproveita o calor residual existente nos gases de exaustão, cumprem inteiramente os requisitos mínimos de eficiência estabelecidos. Concebidas para aproveitar ao máximo a energia e reduzir ao mínimo a emissão de gases poluentes (CO₂ e NOx), garantem todo o conforto.

A máxima eficiência destas Caldeiras é obtida essencialmente pelo funcionamento a baixas temperaturas, em virtude da utilização da tecnologia de condensação, que permite a esta Caldeira tornar-se uma das melhores soluções para aquecimento por piso radiante.

A tecnologia de condensação permite às Caldeiras Vulcano atingir um elevado nível de rendimento até 99%, segundo a ErP. Estas Caldeiras são ainda extremamente silenciosas - o nível de ruído em funcionamento é praticamente impercetível.

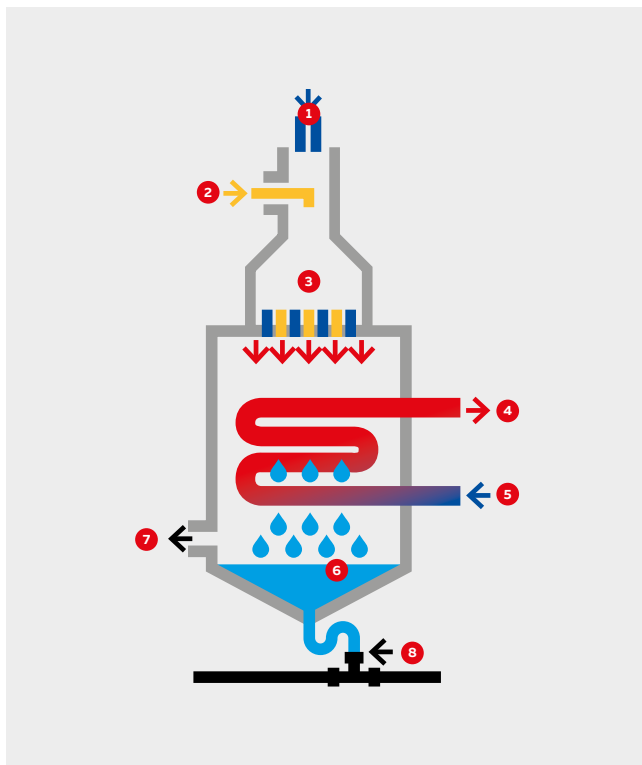
As Caldeiras de Condensação podem ser combinadas com outras soluções Vulcano como Controladores, Solar, Depósitos e Bombas de Calor, garantindo a máxima eficiência e poupança energética, permitindo a obtenção de um valor de rendimento superior, quando combinados em conjunto, tal como mostra a etiqueta de sistema. Desta forma, é possível atingir a classificação de A+ em aquecimento, e até A+++ em águas quentes sanitárias.

Caldeiras Murais de Condensação

Tecnologia de Condensação

A tecnologia de condensação permite aproveitar a energia que se encontra nos gases de combustão: na passagem dos produtos de combustão, existe uma transmissão de calor para a água do circuito, ocorrendo o arrefecimento destes gases até ao ponto de condensação do vapor de água contido nos mesmos. Assim, é possível recuperar energia e utilizá-la na Caldeira para aquecimento adicional.

Em Caldeiras Convencionais, o calor dos gases de combustão é libertado para a atmosfera. Esta tecnologia permite aumentar de maneira significativa o rendimento da instalação da Caldeira e assim economizar energia.



- 1 Entrada do ar
- 2 Entrada de gás
- 3 Pré-mistura de ar/gás no abastecimento ao queimador
- 4 Ida para o circuito de aquecimento
- 5 Retorno do circuito de aquecimento
- 6 Condensados após Permuta do calor dos gases de exaustão, para aquecimento do circuito
- 7 Saída de gases queimados
- 8 Esgoto do condensado para sifão adequado

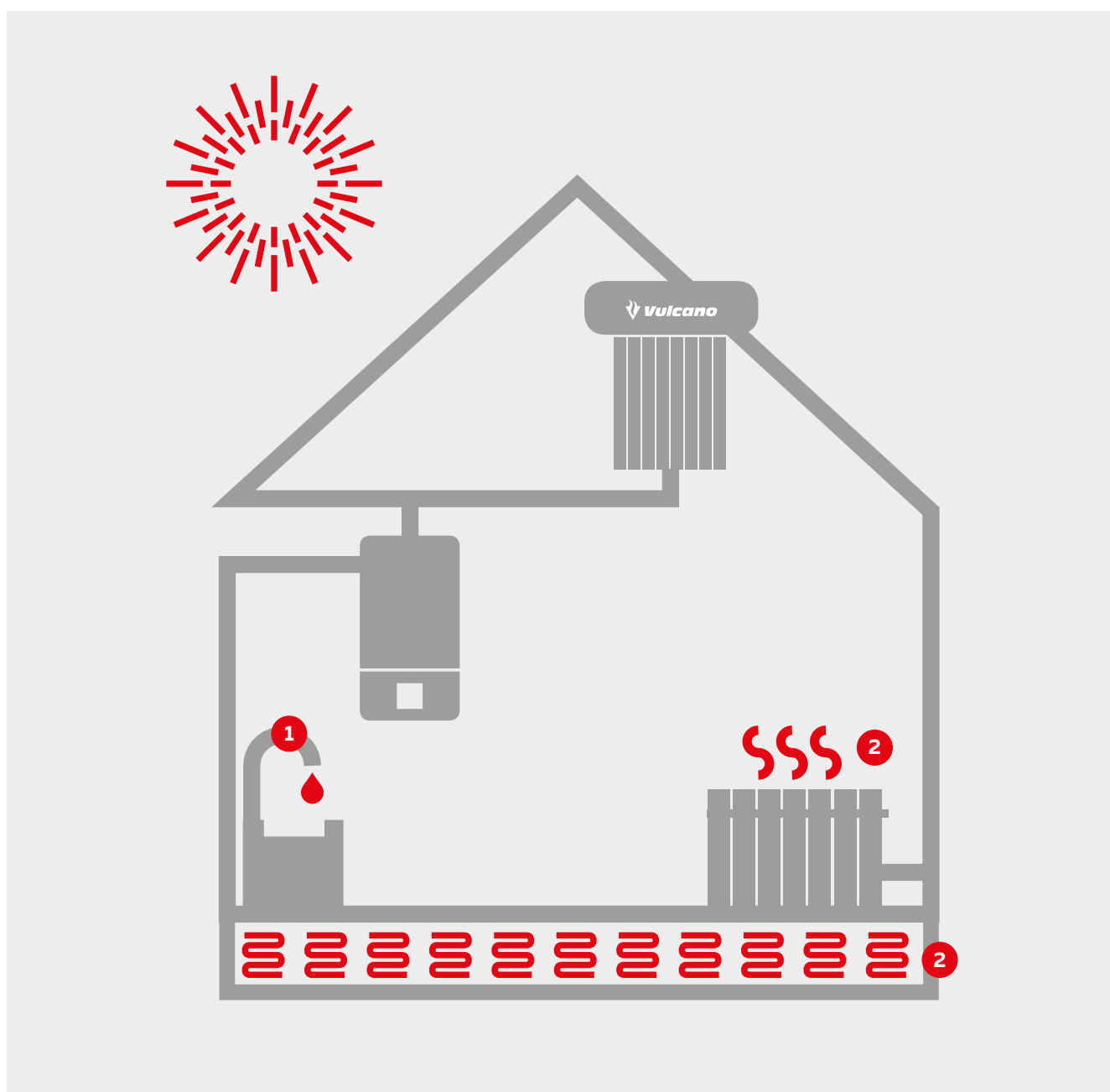
Caldeiras Murais de Condensação

Compatibilidade solar

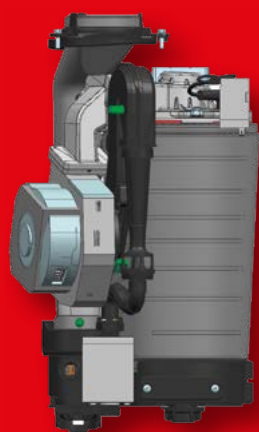
As principais aplicações da energia solar térmica podem ser agrupadas em função do tipo de utilização:

- 1 Água quente sanitária instantânea
- 2 Aquecimento central, radiadores de baixa temperatura e piso radiante

A compatibilidade desta Caldeira com sistemas solares permite ser utilizada como equipamento de apoio, de modo a fornecer apenas a energia complementar necessária para fazer face às necessidades de conforto dos utilizadores.



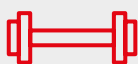
Bloco Térmico
Caldeira de Condensação
Lifestar Connect e Eurostar Connect



Bloco Térmico
Caldeira de Condensação
Aquastar Connect



Blocos Térmicos



As Caldeiras de Condensação têm na sua composição Blocos Térmicos, inteiramente desenvolvidos pela Vulcano e que apresentam inúmeras vantagens, especialmente quando comparados com outros produtos comercializados no mercado.

Por serem produzidos em alumínio silício de alta qualidade, permitem uma performance e robustez muito superior, comprovando a supremacia deste material face ao aço inoxidável, usado por outras marcas.

Características que permitem um melhor desempenho

- Excelente condutividade térmica
- Posicionamento das lamelas otimizado para uma melhor transmissão de calor
- A dimensão, as distâncias e a espessura da parede foram concebidas para corresponderem às necessidades térmicas

Vantagens dos Blocos Térmicos

- Maior robustez para um longo período de vida útil
- Maior potência do permutador
- Fiabilidade operacional
- Maior respeito pelo ambiente
- Baixo ruído de funcionamento
- Mais leve

Alumínio silício – um material mais amigo do ambiente

A elevada condutividade permite que os canais de água sejam dimensionados e que haja um baixo consumo de energia da bomba. O ótimo alinhamento da distância entre a superfície do queimador e a parede do Bloco Térmico permite:

- Emissões significativamente menores
- Limpeza de ácido facilitada com água e escova
- Fácil manutenção, com baixos custos
- Longa vida útil dos componentes devido ao bom valor de pH dos condensados

Vantagens da utilização do alumínio silício no fabrico do Bloco Térmico

- Maior resistência à calcificação e sujidade devido à forma de ajustamento dos canais de água
- Fiabilidade de funcionamento e ausência de ruídos de ebulição
- Funcionamento silencioso
- Menor risco de choque térmico, evitando o aparecimento de fissuras e consequentes fugas de água
- **Até 3 vezes mais compacto e leve, e até 14 vezes melhor condutividade térmica que o aço inoxidável**

3x

Mais Compacto

14x

Melhor Condutividade Térmica

Bomba Modulante de alta eficiência



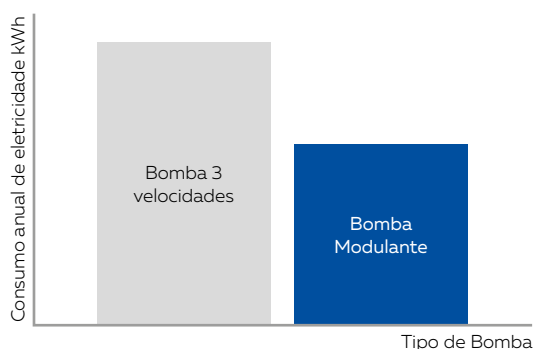
A nova geração de caldeiras Vulcano já integra Bombas Modulantes de alta eficiência, de acordo com a Diretiva ErP. De modo a assegurar o balanço da temperatura na instalação e a transmissão adequada de potência, estas bombas são controladas eletronicamente pela caldeira, modulando em função da potência desenvolvida pelo gerador de calor.

Graças à bomba de alta eficiência, o **consumo de energia da caldeira é reduzido**, tanto em *stand-by*, como nos períodos de aquecimento.

À medida que se atinge a temperatura definida, o gerador de calor modula a redução de potência gerada e a bomba modulará em conformidade com o mesmo. Isto leva a uma **redução de caudal, do consumo de energia e dos níveis de ruído**, garantindo um balanço térmico estável que permite dissipar a potência gerada.

Esta bomba foi concebida para ser instalada por baixo das Caldeiras Murais de Condensação, de forma rápida e fácil.

Gráfico de Poupança de Caldeira Mural de Condensação com Bomba Modulante



Poupança média* =

€ 53
/ano

€ 800
/vida útil da caldeira (15 anos)

*Estimativa de poupança de eletricidade baseado no funcionamento de uma caldeira de 25 kW em aquecimento e com um preço médio de €/kWh (preço variável sujeito a taxas nacionais).

Bomba de Condensados

Aplicação Bomba de Condensados

Solução para os casos em que o dreno da Caldeira de Condensação está a uma distância que não permita o escoamento direto. Para as caldeiras murais até 30 kW de potência de aquecimento e com um pH de condensação >2.7.

Principais Características

- Caudal máximo: 12 l/min
- Altura manométrica: 10 m máx (caudal 4 l/min)
- Nível sonoro: 21 dB(A)
- Compacta, de forma a ser mais simples de instalar por baixo da caldeira
- Funcionamento silencioso
- Depósito de fácil limpeza



Escolher uma Caldeira



		Condensação			Condensação		
Modelo		Aquastar Connect			Eurostar Connect		
Classificação Energética Aquecimento							
Classificação Energética para A.Q.S.							
Perfil de Consumo A.Q.S.		XL			XL		
Escala ErP		A+++ → D A+ → F			A+++ → D A+ → F		
Ideal para		Para águas quentes instantâneas e aquecimento central, maximiza o aproveitamento da energia, garantindo o melhor nível de conforto possível para maiores exigências. Funciona individualmente ou como apoio a sistemas solares, quer no aquecimento de águas quentes instantâneas ou por acumulação, quer no aquecimento central a baixas temperaturas como o caso do piso radiante.			Solução eficiente e compacta, permitindo instalação entre e dentro de armários de cozinha, apresentando melhorias ao nível da interface com o utilizador, da robustez e estética de instalação. Disponível em versão para água quente instantânea ou por acumulação.		
Inovação e conforto		<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de microacumulação • Sistema HMI 700 • Display digital TFT com multifunções, a cores • Bomba modulante de alta eficiência • Design premium e inovador • Preparada para conectividade • Gama de modulação até 1:10 			<ul style="list-style-type: none"> • Dimensão compacta • Design diferenciador • Sistema HMI 700 • Display digital TFT a cores com informação em texto • Bomba modulante de alta eficiência • Preparada para conectividade • Modulação de potência 1:8 • Controlo por sonda exterior (acessório) 		
Economia e ecologia		<ul style="list-style-type: none"> • Eficiência de aquecimento de 94% e eficiência A.Q.S. de 88% • Função Eco / Comfort • Baixo nível de ruído • Bloco térmico Al-Si WB5 • Compatibilidade com solar 			<ul style="list-style-type: none"> • Eficiência de aquecimento de 94% e eficiência A.Q.S. de 85% • Função Eco • Baixo nível de ruído: 42 dB • Bloco térmico Al-Si WB6 • Compatibilidade com solar • Até classe A+ dependendo do controlador 		
Facilidade de instalação e manutenção		<ul style="list-style-type: none"> • Display com códigos de anomalias e texto descritivo • Estrutura construtiva que permite um acesso fácil a todos os componentes 			<ul style="list-style-type: none"> • Display digital LCD com códigos de anomalia e texto descritivo • Ligações horizontais • Estrutura de suporte e barra de instalação • Pannel frontal amovível possibilitando o acesso a todos os componentes, incluindo o vaso de expansão • Instalação por 1 pessoa • Válvula de enchimento semi-automática 		
Segurança		<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de segurança contra sobrepressão e sobreaquecimento • Versão Estanque 			<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de segurança contra sobrepressão e sobreaquecimento • Versão Estanque 		
Versatilidade	Potência (kW) (AC/A.Q.S.)		35	30/35		-	24/25 24/30 24
	Exaustão	Estanque	•	•	Estanque	•	•
	Dimensões (mm)	A 780 x L 440 x P 365			A 710 x L 400 x P 300		
	Gás	<ul style="list-style-type: none"> • Gás Natural (é possível a transformação para gás propano através de um kit) 			<ul style="list-style-type: none"> • Gás Natural (é possível a transformação para gás propano) 		
Compatibilidade com Controladores		<ul style="list-style-type: none"> • Compatível com os controladores TR 12, TRZ 12, CR 15 RF, CR 10, CR 100, CW 100, KCR 110 RF e CT 200 Bosch 			<ul style="list-style-type: none"> • Compatível com os controladores TR 12, TRZ 12, CR 15 RF, CR 10, CR 100, CW 100, KCR 110 RF e CT 200 Bosch 		

Nota: A classificação energética indicada pode variar de acordo com cada produto.



Condensação

Lifestar Connect



XL

A+++ → D
A+ → F

Oferece soluções eficientes e de grande conforto, num tamanho compacto e de fácil substituição. É possível efetuar a sua instalação em cozinha entre móveis e de ligação direta de sonda exterior ao painel de comandos.

- Sistema de microacumulação
- Sistema HMI 300
- Display digital LCD com multifunções
- Bomba modulante de alta eficiência
- Dimensão compacta
- Controlo por sonda exterior direta (acessório)
- Função pré-aviso EcoSmart

- Eficiência de aquecimento de 94% e eficiência A.Q.S. de 85%
- Função Eco
- Baixo nível de ruído: 44 dB
- Bloco térmico Al-Si WB6
- Compatibilidade com solar

- Display digital LCD com códigos de anomalia
- Painel frontal amovível possibilitando o acesso a todos os componentes, incluindo o vaso de expansão
- Instalação por 1 pessoa

- Sistema de segurança contra sobrepressão e sobreaquecimento
- Versão Estanque

24/30

Estanque



A 710 x L 400 x P 300

- Gás Natural
- Propano

- Compatível com os controladores TR 12, TRZ 12, CR 15 RF, CR 10, CR 100, CW 100, KCR 110 RF e CT 200 Bosch

Convencionais

Lifestar 2



XL

A+++ → D
A+ → F

Cumpre integralmente os requisitos da Diretiva Energética ERP, o que a torna ideal para a substituição de instalações existentes de exaustão natural. O design moderno, bem como as dimensões compactas – largura de 400 mm – tornam-na a caldeira ideal para substituir caldeiras já existentes instaladas em armários de cozinha.

O novo design do circuito de retorno de aquecimento, com uma primeira passagem pelo queimador para arrefecer a chama, permite obter um ponto de combustão que liberta menos óxidos de nitrogénio, mantendo um elevado desempenho.

- Função pré-aviso EcoSmart
- Compatibilidade com solar (ligando sempre um kit solar)

- Barra de ligações horizontais com sistema de preenchimento, que possibilita ocultar as ligações através da própria caldeira
- Indicador de serviço, para visualizar e identificar diversos códigos de anomalias
- Fácil acesso aos principais componentes

- Sistema de segurança contra sobrepressão e sobreaquecimento
- Exaustão natural

24/24

Natural



A 865 x L 400 x P 385

- Gás Natural (é possível a transformação para gás propano através de um kit)

- Compatível com os controladores TR 12, TRZ 12-2, CR 15-RF

Controladores

KCR 110 RF + K 10



NOVO

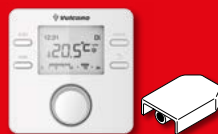
CT 200 Bosch



CR 100



CW 100



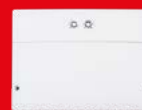
CR 10



CR 15-RF



MZ 100



TRZ 12-2



TR 12

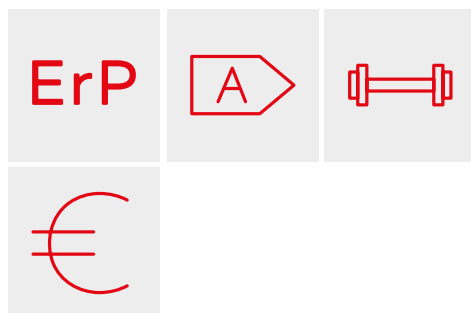




Caldeiras Murais de Condensação

Gama Aquastar Connect

DESIGN EXCLUSIVO E INOVADOR.



A caldeira mural de condensação Aquastar Connect proporciona o máximo conforto em água quente sanitária e aquecimento, ao mesmo tempo que possibilita muitas vantagens na instalação e manutenção. Silenciosa e intuitiva, conta com modulação até 1:8 que oferece ainda maior poupança no consumo de gás, e está preparada para conectividade Wi-Fi, o que a torna mais simples e fácil de utilizar.

Com potência de 30 kW no aquecimento e versões de 35 kW para águas quentes instantâneas e de 30 kW para águas quentes por acumulação, esta caldeira possui um campo de aplicação vasto, desde o aquecimento de águas e aquecimento central a baixas temperaturas, como é o caso do piso radiante, até ao funcionamento enquanto equipamento de apoio a sistemas solares.

Estas necessidades são satisfeitas com maior eficiência e consequentemente com maior proteção ambiental.

Para um resultado ainda mais estético, a Aquastar Connect conta com um design moderno, um painel frontal sofisticado e ligações horizontais, que permitem uma instalação mais elegante e discreta.

Vantagens	
ErP	A caldeira Aquastar Connect está de acordo com os requisitos da Diretiva Energética (ErP-EuP). Com valores de 92% de contribuição em aquecimento e 84% em A.Q.S., permite alcançar uma classificação de eficiência nos dois serviços e garantir o máximo nível de conforto (classe A em aquecimento e águas quentes).
Compatibilidade solar	Esta Caldeira está adaptada para funcionar em instalações solares, sendo possível definir o atraso no arranque. Este tempo (entre 1 e 50 seg) permite à Caldeira analisar a temperatura da água proveniente do solar e assim verificar a necessidade de arranque.
Maiores potências para maiores necessidades	A gama Aquastar Connect apresenta maiores potências tanto em aquecimento como em água quente sanitária pensada para maiores necessidades e níveis de conforto em qualquer tipologia de habitação.
Função ECO-COM	COM (Conforto) - conjugada com a microacumulação de água, garante disponibilidade imediata de água quente. ECO (Economia) - com recurso à função de pré-aviso, garante uma redução no consumo de água e do tempo de espera de água quente, bastando para isso o utilizador abrir a torneira cerca de 3 segundos antes de uma utilização efetiva.
Compatibilidade com gama de controladores	A Eurostar Connect é compatível com os controladores TR 12, TRZ 12, CR 15 RF, CR 10, CR 100, CW 100, KCR 110 RF e CT 200 Bosch.
Conectividade Wi-Fi	Possibilidade de conectividade Wi-Fi para maior facilidade de gestão da caldeira.
Diagnóstico	A indicação de funcionamento é visível através dos ícones que aparecem no display digital LCD de grandes dimensões, assim como os códigos de erro, permitindo uma rápida intervenção com fácil diagnóstico. Adicionalmente o display indica descrição em texto das anomalias.
Facilidade de instalação	Grande versatilidade de instalação e facilidade na manutenção, uma vez que todos os componentes são acessíveis de forma frontal e os painéis laterais são removíveis. A Aquastar Connect possui ligações horizontais em barra de instalação para uma maior robustez e estética da instalação.
Outras	<ul style="list-style-type: none"> • Máximo aproveitamento da energia • Mínima emissão de gases poluentes (≤ 40 mg/kWh NOx) • Funcionamento muito silencioso (≤ 45 dBA) • Função de bloqueio de teclas

Display e funcionalidade

Outra das novidades da Aquastar Connect, é a melhoria da interface com o utilizador/profissional, devido ao display de 2,4" a cores, com texto descritivo e resolução de 320 x 240 pixels. Os botões e menus permitem um manuseamento da caldeira muito intuitivo e com bastante informação disponível.

Painel e Display



- 1 Display
- 2 Tecla de seta ▲
- 3 Tecla de seta ▼
- 4 Tecla ➔
- 5 Tecla **ok**
- 6 Tecla **eco**
- 7 Tecla
- 8 Tecla

Facilidade de instalação e manutenção

Fiel aos valores da Vulcano, esta caldeira destaca-se pela facilidade de instalação e manutenção, permitindo mais espaço para um melhor manuseamento graças ao acesso frontal e lateral aos componentes. Oferece ainda a possibilidade de remover componentes sem recurso a ferramentas e acesso ao display com informação e códigos de anomalia em formato de texto.

Para além destas vantagens, oferece ainda uma eletrónica melhorada e está preparada para conectividade Wi-Fi, assim como opções de ligação e compatibilidade com a gama de acessórios de evacuação que permitem múltiplas tipologias e longas distâncias.

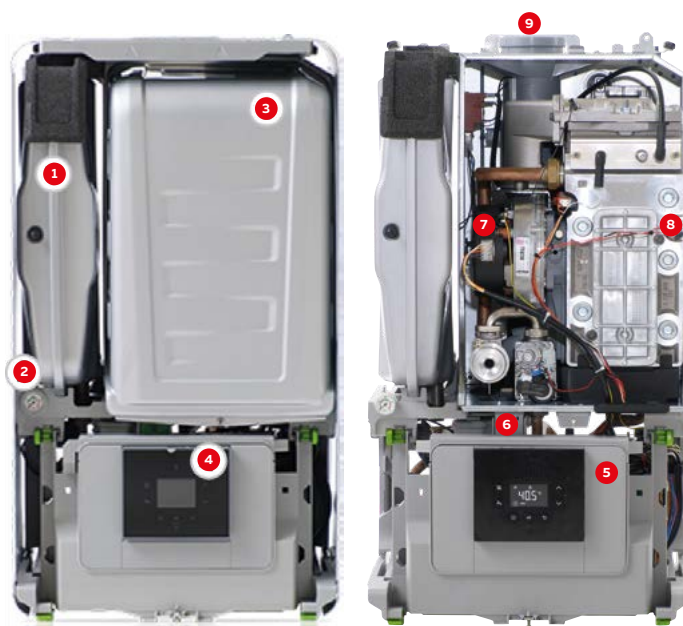
A Aquastar Connect conta também com dimensões reduzidas, leveza, barra de ligações horizontais integradas, ligações água/gás standards com o existente no mercado e enchimento semi-automático, fazendo desta nova geração de caldeiras a escolha ideal em termos de estética e de simplicidade de utilização.

A Aquastar Connect está disponível nos modelos ACP 30/35 e ACP 30 P:

- Para águas quentes por acumulação
- Aquecimento central e águas quentes instantâneas

Estes modelos adequam-se tanto para novas instalações, como para substituição para maiores necessidades de aquecimento e A.Q.S. (maiores potências).

Interior da Caldeira

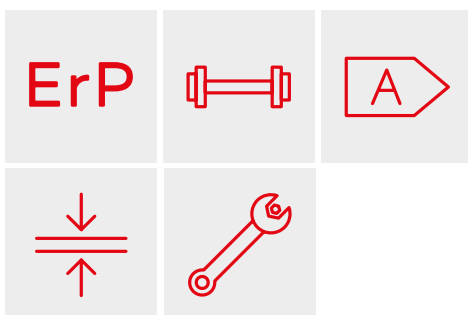


- 1 Queimador invertido de baixo NOx
- 2 Bloco térmico Al-Si WB5
- 3 Manómetro
- 4 Bomba modulante de alta eficiência
- 5 Sistema Heatronic 3, com programador DT 20 integrado
- 6 Sifão de recolha de condensados
- 7 Ventilador modulante em posição lateral
- 8 Limitador de temperatura do permutador de calor
- 9 Tubo de exaustão/admissão



Caldeiras Murais de Condensação Gama Eurostar Connect

ELEGANTE, SILENCIOSA,
COMPACTA.



A nova **Eurostar Connect** oferece dois modelos de caldeiras mistas e um modelo de caldeiras com A.Q.S. por acumulação. Muito silenciosa e de dimensão reduzida, permite a instalação em qualquer armário de cozinha, proporciona alta eficiência, além de melhorias na estética, controlo, instalação e manutenção. Este aparelho conta com modulação até 1:10, o que oferece grande conforto de utilização e maior poupança no consumo de gás. Está também preparada para conectividade Wi-Fi, tornando-se mais simples e fácil de utilizar.

É uma caldeira versátil em termos de potência, com **versões de 24 kW, em aquecimento, e 25 e 30 kW, em A.Q.S.** e também um modelo de 24kW de A.Q.S. por acumulação. Esta gama oferece um sistema de ligações horizontais, mais robustez e estética, além de facilitar a instalação ao profissional. Dependendo do controlador Vulcano com que seja instalada, permite obter classe energética A+.

Em sistemas de aquecimento de baixa temperatura, como o piso radiante, garante o máximo conforto em casa.

Vantagens

ErP



A caldeira Eurostar Connect está de acordo com os requisitos da Diretiva Energética (ErP-EuP). Com valores de até 94% de contribuição em aquecimento e até 85% em A.Q.S., permite alcançar uma classificação de eficiência nos dois serviços e garantir o máximo nível de conforto (classificação A em aquecimento e águas quentes).

Compatibilidade solar



Esta Caldeira está adaptada para funcionar em instalações solares, sendo possível definir o atraso no arranque. Este tempo (entre 1 e 50 seg) permite à Caldeira analisar a temperatura da água proveniente do solar e assim verificar a necessidade de arranque.

Função ECO-COM



COM (Conforto) - conjugada com a microacumulação de água, garante disponibilidade imediata de água quente.
ECO (Economia) - garante uma redução no consumo mas mantém o permutador até uma temperatura mínima sem necessidade de ligar à caldeira.

Compatibilidade com gama de controladores



A Eurostar Connect é compatível com os controladores TR 12, TRZ 12, CR 15 RF, CR 10, CR 100, CW 100, KCR 110 RF e CT 200 Bosch.

Conectividade Wi-Fi



Possibilidade de conectividade Wi-Fi para maior facilidade de gestão da caldeira.

Diagnóstico



A indicação de funcionamento é visível através dos ícones que aparecem no display digital LCD de grandes dimensões, assim como os códigos de erro, permitindo uma rápida intervenção com fácil diagnóstico. Adicionalmente o display indica descrição em texto das anomalias.

Curva climática



Possibilidade de ligação direta de sonda exterior com gestão da curva climática através da caldeira, sem necessidade de nenhum controlador adicional.

Dimensões



Dimensão compacta o que possibilita a instalação em cozinha entre móveis.

Facilidade de instalação



Grande versatilidade de instalação e facilidade na manutenção, uma vez que todos os componentes são acessíveis de forma frontal e os painéis laterais são removíveis. A Eurostar Connect possui ligações horizontais em barra de instalação para uma maior robustez e estética da instalação.

Outras

- Máximo aproveitamento da energia
- Mínima emissão de gases poluentes (40 mg/kWh NOx)
- Funcionamento muito silencioso (s 45 dBA)
- Função de bloqueio de teclas

Display e funcionalidade

Outra das novidades da Eurostar Connect, é a melhoria da interface com o utilizador/profissional, devido ao display de 2,4" a cores, com texto descritivo e resolução de 320 x 240 pixels. Os botões e menus permitem um manuseamento da caldeira muito intuitivo e com bastante informação disponível.

Painel e Display

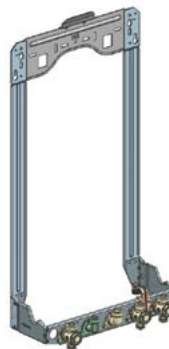


- 1 Display
- 2 Tecla de seta ▲
- 3 Tecla de seta ▼
- 4 Tecla →
- 5 Tecla **ok**
- 6 Tecla **eco**
- 7 Tecla
- 8 Tecla

Instalação melhorada

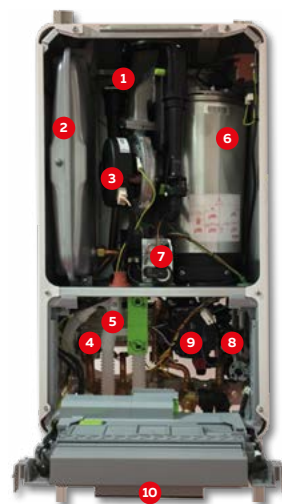
A caldeira Eurostar Connect, devido às suas dimensões e peso reduzido, permite uma fácil instalação, mesmo entre ou dentro de armários de cozinha. Esta possui um suporte de instalação com barra de ligações horizontais que possibilita uma instalação mais robusta e com melhor estética.

Suporte de pré-instalação



Interior da Caldeira

- 1 Válvula Ar/Gás
- 2 Vaso de Expansão
- 3 Ventilador
- 4 Permutador de placas
- 5 Sifão de Condensados
- 6 Bloco Térmico
- 7 Válvula de Gás
- 8 Válvula 3 Vias
- 9 Bomba modulante
- 10 Display e painel

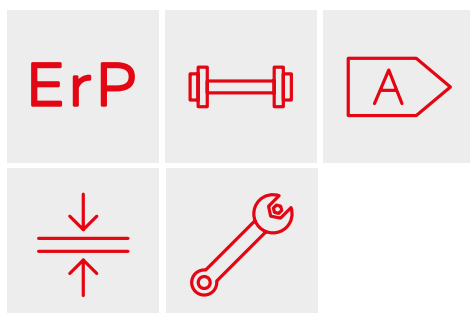




Caldeiras Murais de Condensação

Gama Lifestar Connect

COMPACTA E COM
UM DESIGN COMO
NUNCA VIU



A nova Caldeira mural de condensação Lifestar Connect está disponível na versão de **24 kW para aquecimento central e 30 kW para águas quentes**. É uma solução compacta, com apenas 300 mm de profundidade, adequada para qualquer armário de cozinha.

Com um **design exclusivo** que marca a diferença, também é silenciosa, está preparada para conectividade Wi-Fi e apresenta uma **eficiência de 94%**. É de fácil utilização, uma vez que possui uma nova eletrônica muito intuitiva, 7 botões e display digital LCD. Garante, ainda, um menor consumo de gás, proporcionando maior poupança e conforto dia após dia.

A Lifestar Connect permite também uma grande versatilidade de instalação e facilidade de manutenção, uma vez que todos os componentes são acessíveis de forma frontal e os painéis laterais removíveis.

* Se a temperatura da água estiver entre 5 e 8 °C, a bomba arranca provocando a circulação da água de instalação, e detém-se aos 9 °C. Caso não seja suficiente para provocar o aumento de temperatura, e se a temperatura descer abaixo dos 5 °C, a Caldeira e a bomba entram em funcionamento até a temperatura chegar aos 12 °C. A Caldeira detém-se a esta temperatura e a bomba continua em funcionamento até se atingir os 9 °C.

Vantagens

ErP



A caldeira Lifestar Connect está de acordo com os requisitos da nova Diretiva Energética (ErP-EuP). Com valores de 94% de contribuição em aquecimento nos dois modelos e 85% em A.Q.S. na caldeira mista, permite alcançar uma classificação de eficiência nos dois serviços e garantir o máximo nível de conforto (classificação A em aquecimento e águas quentes).

Compatibilidade solar



Esta Caldeira está adaptada para funcionar em instalações solares, sendo possível definir o atraso no arranque. Este tempo (entre 1 e 50 seg) permite à Caldeira analisar a temperatura da água proveniente do solar e assim verificar a necessidade de arranque.

Função ECO-COM



COM (Conforto) - conjugada com a microacumulação de água, garante disponibilidade imediata de água quente.
ECO (Economia) - garante uma redução no consumo mas mantém o permutador até uma temperatura mínima sem necessidade de ligar a caldeira.

Compatibilidade com gama de controladores



A Lifestar Connect é compatível com os controladores TR 12, TRZ 12, CR 15 RF, CR 10, CR 100, CW 100, CT 200 e KCR 110 RF.

Diagnóstico à distância



A indicação de anomalias à distância é possível quando instalado com um termostato programável com o sistema HMI. Estão disponíveis códigos de anomalia/bloqueio, permitindo uma rápida intervenção com fácil diagnóstico.

Função anti-gelo



Evita a congelação da água na Caldeira e no circuito de aquecimento (tubagem e radiadores)*.

Dimensões



Dimensão compacta, com apenas 300 mm de profundidade, adequada para qualquer armário de cozinha.

Facilidade de instalação



Grande versatilidade de instalação e facilidade de manutenção, uma vez que todos os componentes são acessíveis de forma frontal e os painéis laterais removíveis.

Outras

- Máximo aproveitamento da energia
- Mínima emissão de gases poluentes (40 mg/kWh NOx)
- Funcionamento muito silencioso (≤ 44 dBA)
- Função de bloqueio de teclas

Display e funcionalidade

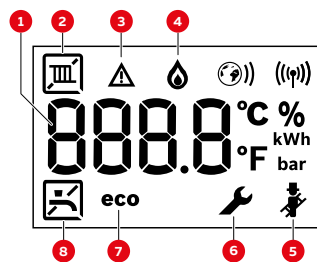
A nova caldeira mural de condensação Lifestar Connect, que apresenta um design exclusivo que marca a diferença, possui também um painel muito intuitivo e um display digital LCD.

Este display facilita a visualização através dos símbolos apresentados no mesmo, podendo o utilizador ver o modo de aquecimento, aquecimento de água sanitária e modo ECO, monitorar a pressão de instalação, por exemplo. Ao nível da manutenção do aparelho, é possível aceder rapidamente ao modo de serviço.

Painel e Display



- 1 Display
- 2 Tecla de seta ▲
- 3 Tecla de seta ▼
- 4 Tecla →
- 5 Tecla **ok**
- 6 Tecla **eco**
- 7 Tecla
- 8 Tecla



- 1 Visor digital
- 2 Modo de aquecimento
- 3 Sinalizador de avaria
- 4 Funcionamento do queimador
- 5 Modo de limpa-chaminés
- 6 Modo de serviço
- 7 Modo eco ativo
- 8 Aquecimento água sanitária

Segurança e instalação

Fiel aos valores da marca em termos de segurança, a Caldeira Lifestar Connect da Vulcano possui diversos dispositivos que garantem o máximo conforto com os mais elevados índices de segurança.

A Lifestar Connect é uma solução compacta, com apenas 300 mm de profundidade, com integração perfeita em qualquer armário de cozinha.

Permite ainda adaptar-se a diferentes necessidades pela sua grande versatilidade de instalação. Através dos diversos acessórios disponíveis, é possível efetuar uma instalação básica, uma instalação horizontal simples ou uma instalação horizontal com estrutura de suporte.

A manutenção da caldeira também está extremamente facilitada, uma vez que todos os componentes são acessíveis de forma frontal e os painéis laterais são removíveis.

Interior da Caldeira



- 1 Limitador de temperatura do bloco térmico
- 2 Câmara de combustão
- 3 Dispositivo de controlo de gás
- 4 Comando do dispositivo de controlo do gás
- 5 Limitador da temperatura dos gases queimados
- 6 Vaso de expansão
- 7 Ventilador
- 8 Dispositivo de mistura com proteção contra retorno de gases queimados (membrana)
- 9 Aspiração do ar de combustão

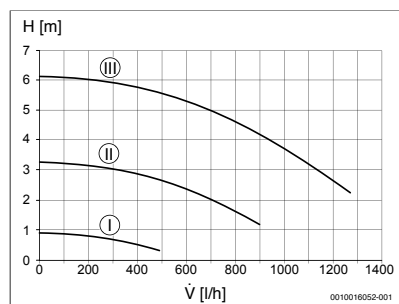
Nota: Caldeira em modo de serviço.

Curva característica da bomba circuladora

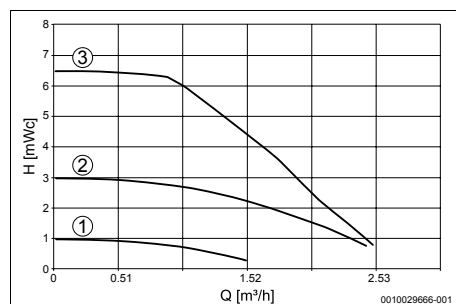
A bomba de recirculação da Lifestar Connect é tão robusta, que permite que a Caldeira mantenha o seu alto desempenho mesmo em condições mais exigentes, garantindo máxima potência à instalação de aquecimento. Esta foi desenhada para funcionar com piso radiante.

- H** Altura manométrica disponível
- V** Caudal

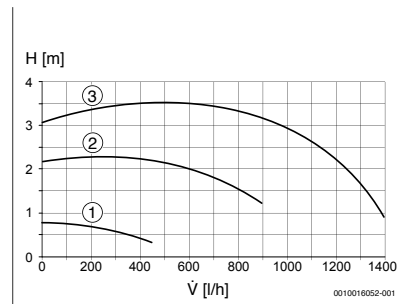
Curva característica da bomba circuladora (rotações constantes)

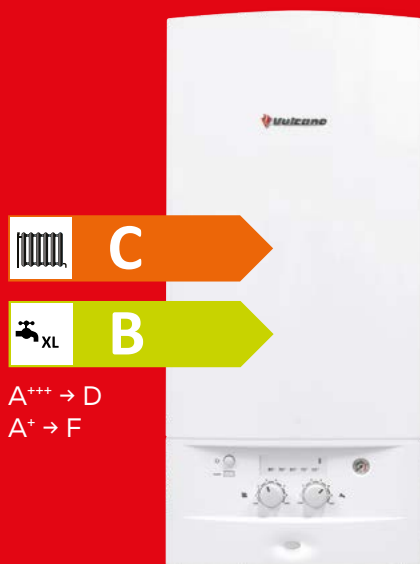


Curva característica da bomba circuladora (pressão constante)



Curva característica da bomba circuladora (pressão proporcional)

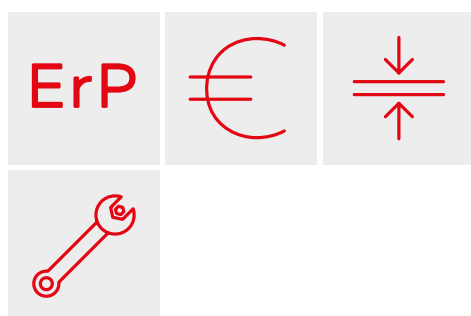




Caldeiras Murais Convencionais

Gama Lifestar 2

SIMPLICIDADE E CONFORTO



A nova Lifestar 2, **disponível na versão 24 kW para aquecimento e águas quentes instantâneas, cumpre integralmente os requisitos da Diretiva Energética ErP.** Isso torna-a ideal para a substituição de instalações existentes de exaustão natural, garantindo todo o conforto e maior poupança.

O **design moderno** e a **dimensão compacta** de 400 mm (largura), fazem da Lifestar 2 também a caldeira ideal para a substituição de caldeiras existentes instaladas em armários de cozinha.

Vantagens

ErP



O novo design do circuito de retorno de aquecimento, com uma primeira passagem pelo queimador para arrefecer a chama, permite obter um ponto de combustão que liberta menos óxidos de nitrogénio (apenas 15mg/kWh), mantendo um elevado desempenho de aquecimento.

Conforto em A.Q.S.



Uma classificação de 3 estrelas segundo a Norma Europeia EN 13203-1 graças ao desempenho da caldeira: água quente instantaneamente e a uma temperatura estável.

Função Ecosmart



O sistema de pré-aviso Ecosmart garante uma maior economia de funcionamento e a permanente disponibilidade de água quente. Basta que o utilizador abra a torneira de água quente durante uns segundos para que a caldeira pré-aqueça a água.

Compatibilidade com gama de controladores



A caldeira Lifestar 2 é compatível com qualquer termostato de contacto seco e com os termostatos TR 12, TRZ 12-2, CR 15-RF e Control Connect (com o acessório ON/OFF) da Vulcano.

Outras

- Elevada qualidade e fiabilidade Vulcano
- Facilidade de utilização
- Maior poupança devido ao seu sistema de controlo

Principais Características

- Baixos níveis de emissões de NOx
- Qualidade e fiabilidade Vulcano
- Facilidade de utilização e manuseamento
- Maior poupança devido ao seu sistema de controlo
- Máximo conforto devido ao sistema de pré-aviso Ecosmart

Nota: A classe de eficiência energética indica a classificação do produto Lifestar 2 ZWA 24-3K 23, um modelo da gama Lifestar. A classe de eficiência energética de outros produtos da mesma gama pode diferir.

Controlo integrado

O sistema de controlo faz a gestão de toda a instalação, de acordo com o nível desejado de conforto e economia.

O sistema de pré-aviso Ecosmart garante uma maior economia de funcionamento e a permanente disponibilidade de água quente.

Basta o utilizador abrir a torneira de água quente durante uns segundos, para que a caldeira pré-aqueça a água.

Com esta funcionalidade, o fornecimento de água quente é muito mais rápido, permitindo ainda uma maior poupança.

Display e funcionalidade

O utilizador pode facilmente, através dos manípulos do painel de comandos, selecionar a temperatura do aquecimento central e das águas quentes sanitárias, adaptando-a às suas necessidades.

Facilidade de instalação e manutenção

A gama Lifestar 2 disponibiliza um acesso fácil aos principais componentes, o que permite fazer a sua manutenção de forma mais simples. Além disso, basta consultar o indicador de serviço para ter acesso aos códigos de possíveis anomalias.

Com grande facilidade de instalação, esta gama é compatível com sistemas solares, através da ligação a um Kit Solar. E graças a uma barra de ligações horizontais com válvula de enchimento, as ligações ficam ocultas com a própria caldeira, melhorando a estética da instalação.

Painel de comandos frontal



- 1 Botão de reset
- 2 Interruptor principal
- 3 Indicador luminoso de chama
- 4 Indicador de temperatura ou indicador de código de anomalia
- 5 Manómetro
- 6 Indicador de acendimento
- 7 Seletor de temperatura de aquecimento (45 - 90 °C)
- 8 Seletor de temperatura para A.Q.S (40 - 60 °C)



Formas de Exaustão

As instalações possuem requisitos que implicam diferentes formas de exaustão e/ou admissão de ar, por forma a garantir um funcionamento com os mais elevados índices de segurança.

EXAUSTÃO DAS CALDEIRAS MURAIS DE CONDENSAÇÃO

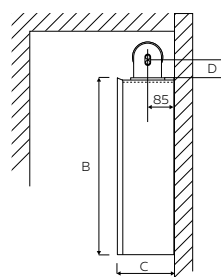
A instalação correta de um sistema de aquecimento de águas e aquecimento central inclui a seleção adequada dos acessórios de exaustão. As Caldeiras de condensação possuem uma conexão rápida de diâmetro 80/125 mm e são compatíveis com os acessórios de exaustão de

diâmetro 60/100, 80/125 e 80/80 mm. Para uma ligação de exaustão horizontal, rápida e acessível recomenda-se a utilização de acessórios de diâmetro 60/100 mm.

Nota: Para conhecer os acessórios de exaustão disponíveis consulte a Tabelas de Preços de Aquecimento e Solar Térmico.

Diâmetro de evacuação de gases: Ø 80/125 - Ø 60/100

Medidas em mm



	A			B			C			D		
	Aquastar Connect	Eurostar Connect	Lifestar Connect	Aquastar Connect	Eurostar Connect	Lifestar Connect	Aquastar Connect	Eurostar Connect	Lifestar Connect	Aquastar Connect	Eurostar Connect	Lifestar Connect
Ø 80/125	440	400	400	780	710	713	365	300	300	115	114	114
Ø 60/100	440	400	400	780	710	713	365	300	300	85	82	82

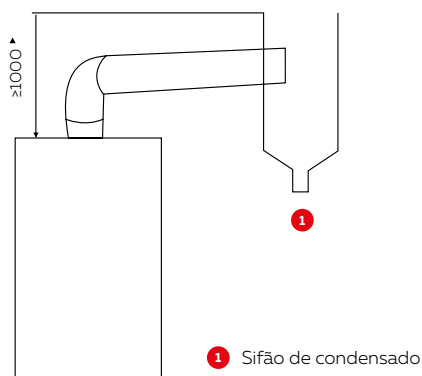
	DIÂMETRO DE EVACUAÇÃO Ø 60/100				DIÂMETRO DE EVACUAÇÃO Ø 80/125			
	HORIZONTAL		VERTICAL		HORIZONTAL		VERTICAL	
	Nº de curvas de 90°	Distância máxima	Nº de curvas de 90°	Distância máxima	Nº de curvas de 90°	Distância máxima	Nº de curvas de 90°	Distância máxima
Aquastar Connect	1	10 m	0	14 m	1	29 m	0	29 m
	2	8 m	2	12 m	2	27 m	2	27 m
	3	6 m	-	-	3	25 m	4	25 m
Eurostar Connect	1	9 m	0	14 m	1	23 m	0	23 m
	2	7 m	2	12 m	2	21 m	2	21 m
	-	-	-	-	3	19 m	3	19 m
Lifestar Connect	1	9 m	0	14 m	1	23 m	-	23 m
	2	7 m	2	12 m	2	21 m	2	21 m
	-	-	-	-	3	19 m	3	19 m

Nota: os valores indicados são referência e podem diferir consoante a potência das caldeiras. Por favor consultar manual de instalação para mais informações.

Exaustão das Caldeiras Murais Convencionais

Sifão de condensado

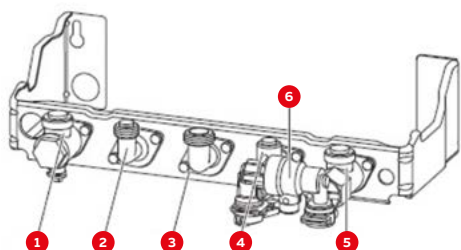
Em caso de condução de produtos da combustão através da chaminé, recomenda-se um sifão de condensados na chaminé. Instale os segmentos horizontais com uma inclinação de 3° (= 5,2%; 5,2 cm por metro) na direção do fluxo dos gases de escape.



1 Sifão de condensado

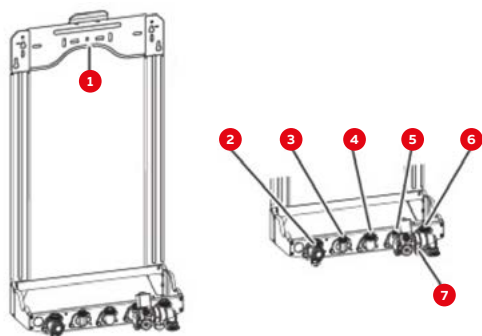
Informação técnica Barra de Ligações

Gama Aquastar Connect



- 1 Circuito de aquecimento - ida (R3/4")
- 2 Saída R1/2" para água quente sanitária
Ligação R1/2" para ida do circuito primário de aquecimento do acumulador
- 3 Ligação do gás (R3/4")
- 4 Entrada R1/2" para água fria sanitária
Ligação R1/2" para retorno do circuito primário de aquecimento do acumulador
- 5 Circuito de aquecimento - retorno (R3/4")
- 6 Válvula de enchimento automático

Gama Eurostar Connect



- 1 Estrutura de parede com barra de ligações
- 2 Circuito aquecimento - ida (3/4")
- 3 Saída para água quente sanitária (1/2")
- 4 Ligação de gás (3/4")
- 5 Entrada para água fria sanitária (1/2")
- 6 Circuito aquecimento - retorno (3/4")
- 7 Válvula enchimento automática

Gama Lifestar Connect



Ligação horizontal simples
Caldeira e ligação horizontal
A 783 x L 400 x P 300 mm



Ligação horizontal com estrutura
de suporte
Estrutura: P 70 mm
Caldeira e estrutura:
A 713 x L 400 x P 370 mm

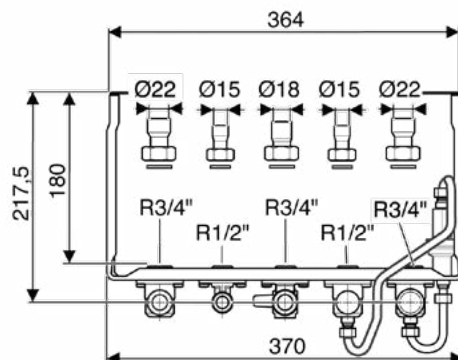
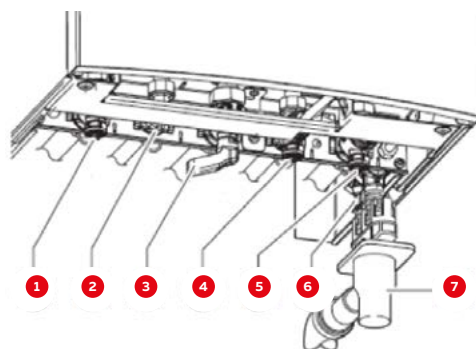


- 1 Circuito de aquecimento - ida (R3/4")
- 2 Saída R1/2" para água quente sanitária
Ligação R1/2" para ida do circuito primário
de aquecimento do acumulador
- 3 Ligação do gás (R3/4")
- 4 Entrada R1/2" para água fria sanitária
Ligação R1/2" para retorno do circuito
primário de aquecimento do acumulador
- 5 Circuito de aquecimento - retorno (R3/4")

Gama Lifestar 2

O sistema de preenchimento da barra de ligações horizontais faz com que estas fiquem ocultas pela própria caldeira, melhorando a configuração e estética das instalações.

- 1 Torneira de avanço do aquecimento
- 2 Água quente
- 3 Válvula de gás (fechada)
- 4 Torneira de água fria
- 5 Torneira de retorno do aquecimento
- 6 Torneira de enchimento e drenagem
- 7 Sifão (acessórios)

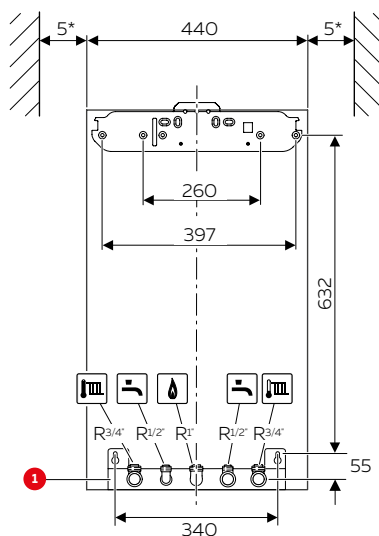
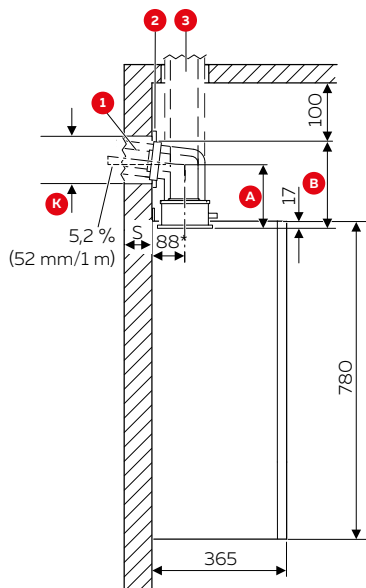


Medidas em mm.

Dimensões e Atravancamentos

Caldeiras Murais de Condensação

Gama Aquastar Connect



- 1 Acessório de exaustão horizontal
- 2 Painel
- 3 Acessório de exaustão vertical
- A Distância entre a superfície superior do aparelho e o eixo central da conduta dos gases queimados
- B Distância entre a superfície superior do aparelho e o teto
- K Diâmetro de perfuração
- S Espessura de parede
- * Com suporte de fixação

- 1 Placa de ligação para instalação
- * Recomendação de 100mm

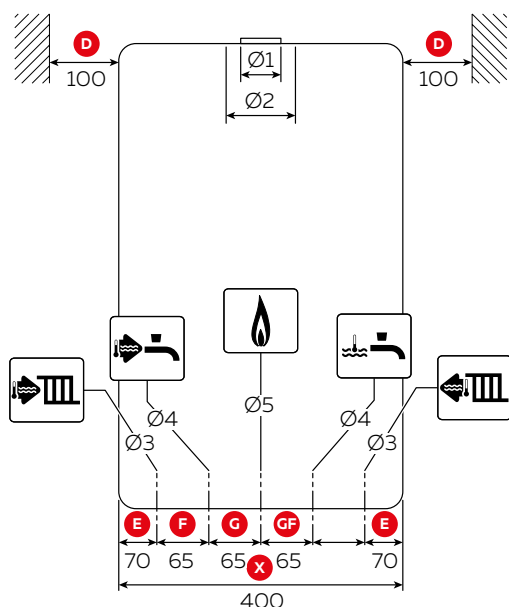
Medidas em mm.

Dimensões e Atravancamentos

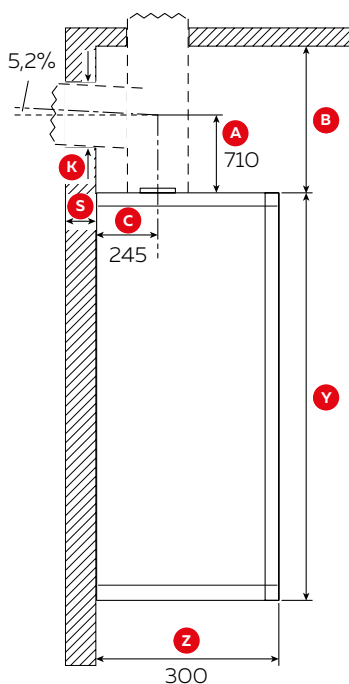
Caldeiras Murais de Condensação

Gama Eurostar Connect

vista frontal



vista lateral



- D** Distância lateral
- E** Distância entre o revestimento (lado esquerdo) e ligação de aquecimento
- F** Distância nas ligações entre o aquecimento e a água sanitária
- G** Distância nas ligações entre a entrada de gás e a água sanitária
- X** Largura do aparelho

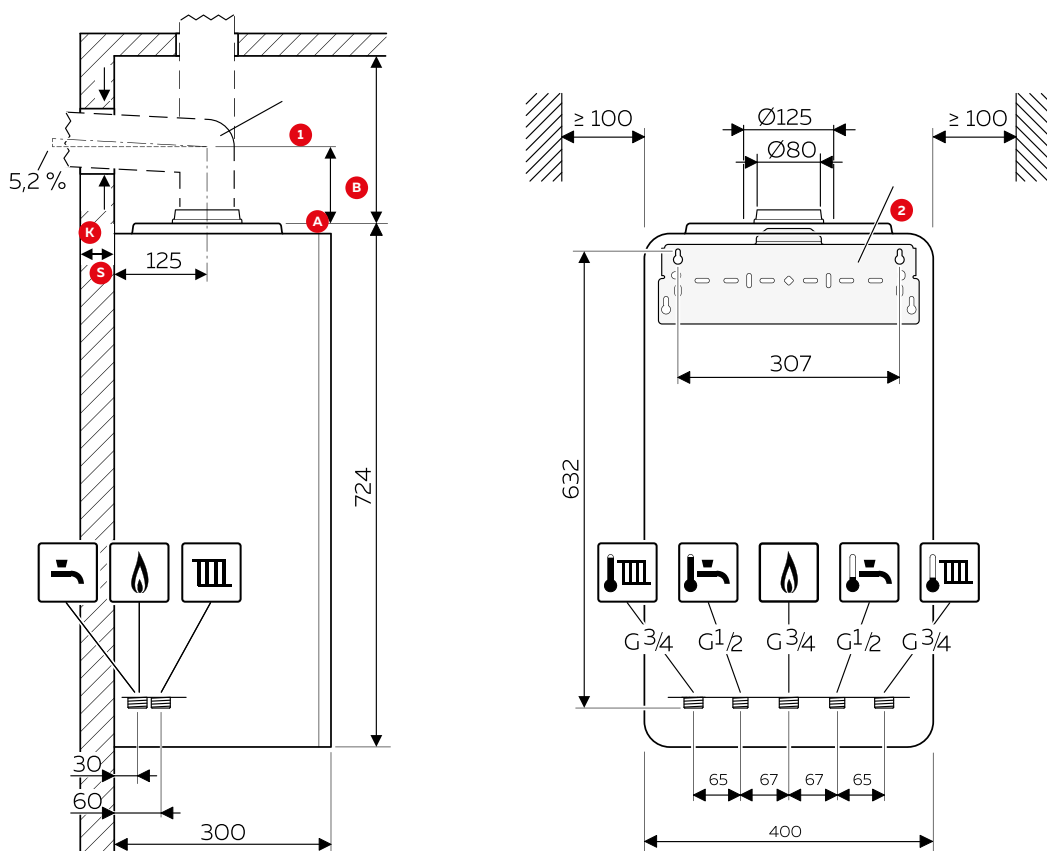
- A** Distância entre o topo superior do aparelho e o eixo central do tubo de gases queimados horizontal
- B** Distância entre o topo superior do aparelho e o teto
- C** Distância entre a traseira do aparelho e o eixo central da saída do tubo de gases queimados
- K** Diâmetro do orifício
- S** Espessura da parede
- Y** Altura do aparelho
- Z** Profundidade do aparelho

Medidas em mm.

Dimensões e Atravancamentos

Caldeiras Murais de Condensação

Gama Lifestar Connect

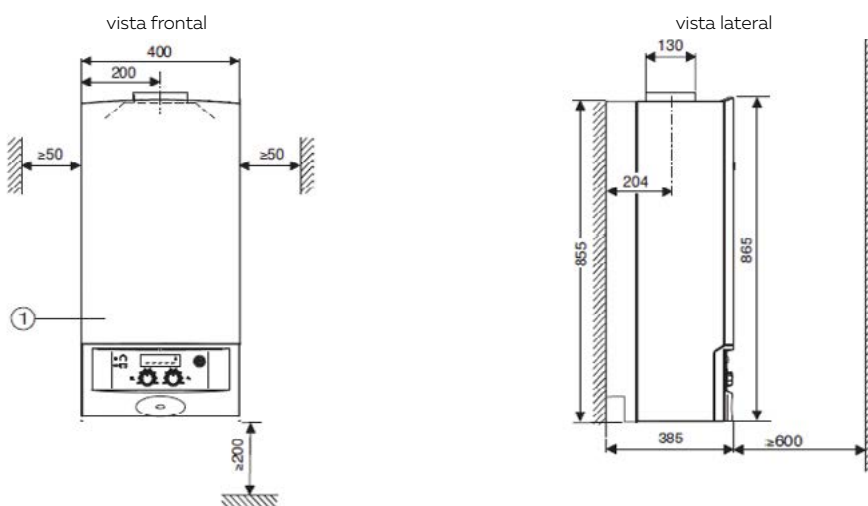


- 1 Acessórios de exaustão
- 2 Barra de fixação
- A Distância entre a superfície superior do aparelho e o eixo central da conduta dos gases queimados
- B Distância entre a superfície superior do aparelho e o teto
- K Diâmetro de perfuração
- S Espessura de parede

Medidas em mm.

Nota: Para mais informações deve consultar as normas de instalação.

Gama LifeStar 2






Medidas em mm.

Nota: Para mais informações deve consultar as normas de instalação.

Dados técnicos

Caldeiras Murais de Condensação

Gama Aquastar Connect		ACP 30/35 C	ACP 30 P
Classificação Energética Aquecimento			
Classificação Energética A.Q.S.			
Escala ErP		A ⁺⁺⁺ → D A ⁺ → F	A ⁺⁺⁺ → D A ⁺ → F
Perfil de Consumo		XL	XL
Potência Nominal	kW	30	30
Potência Útil			
Água quente	kW	35	-
Aquecimento central	kW	5-30	3-30
Consumo			
Gás propano	kg/h	2,7	2,3
Gás natural	m ³ /h	3,6	3,2
Dimensões			
Altura x Largura x Profundidade	mm	780 x 440 x 365	780 x 440 x 365
Peso	kg	50	47
Aquecimento Central			
Potência térmica útil (P mín./máx.) 40/30 °C	kW	5,1 / 31,3	3,3 / 31,2
Potência térmica útil (P mín./máx.) 50/30 °C	kW	5,1 / 31,1	3,2 / 31
Potência térmica útil (P mín./máx.) 80/60 °C	kW	4,8 / 29,6	2,9 / 29,6
Temperatura de ida (máx.)	°C	88	88
Pressão máxima de serviço	bar	2,5	2,5
Produção de A.Q.S.			
Intervalo de reg. de temperatura		35-60	-
Pressão máxima de serviço	bar	10	-
Pressão mínima de água	bar	0,2	-
Caudal conforme EN 13203-1 (delta 30k)	l/min	13,5	-
Conforto EN 13.203		★★★	-
Outros			
Emissão de óxidos de azoto NOx	mg/kWh	25	25
Nível de potência sonora no interior	≤ dBA	≤ 53	≤ 53
NOx - Classe		6	6
Tensão Elétrica	AC...V	230	230
Frequência	Hz	50	50
Potência máxima absorvida	W	88	88
Diâmetro de evacuação de gases/acessório básico		Ø 60/100 FC-Set60-C13x	Ø 60/100 FC-Set60-C13x

Nota: Os valores apresentados são para gás natural.

Nota: A classificação energética indicada pode variar de acordo com cada produto.

Dados técnicos

Caldeiras Murais de Condensação

Gama Eurostar Connect		ECP 24/25 C	ECP 24/30 C	ECP24 P
Classificação Energética Aquecimento		A	A	A
Classificação Energética A.Q.S.		A	A	-
Escala ErP		A ⁺⁺⁺ → D A ⁺ → F	A ⁺⁺⁺ → D A ⁺ → F	A ⁺⁺⁺ → D A ⁺ → F
Perfil de Consumo		XL	XL	-
Potência Nominal	kW	24	24	24
Potência Útil				
Água quente	kW	25,5	30,6	-
Aquecimento central	kW	24,6	24,6	24,6
Consumo				
Gás natural	m ³ /h	2,63	3,14	2,61
Dimensões				
Altura x Largura x Profundidade	mm	710 x 400 x 300	710 x 400 x 300	710 x 400 x 300
Peso	kg	35	35	35
Aquecimento Central				
Potência térmica útil (P mín./máx.) 40/30 °C	kW	3,3-24,8	3,3-24,8	3,3-24,8
Potência térmica útil (P mín./máx.) 50/30 °C	kW	3,3-24,7	3,3-24,7	3,3/24,8
Potência térmica útil (P mín./máx.) 80/60 °C	kW	3,0/24,0	3,0/24,0	3,0/24,0
Temperatura de ida (mín./máx.)	°C	30-82	30-82	30-82
Pressão máxima de serviço	bar	2,5	2,5	2,5
Produção de A.Q.S.				
Quantidade máx. de água quente	Δ = 30 K	11,9 l/min	14,3 l/min	-
Intervalo de reg. de temperatura		35-60	35-60	-
Pressão máxima de serviço	bar	10	10	-
Pressão mínima de água	bar	0,2	0,2	-
Outros				
Emissão de óxidos de azoto NOx	mg/kWh	≤ 40	≤ 40	≤ 40
Nível de potência sonora no interior (mín./ máx.)	dBA	42/45	42/45	42/45
NOx - Classe		6	6	6
Tensão Elétrica	AC...V	230	230	230
Frequência	Hz	50	50	50
Potência máxima absorvida	W	98	123	94
Diâmetro de evacuação de gases/acessório básico		Ø 60/100 FC-Set60-C13x	Ø 60/100 FC-Set60-C13x	Ø 60/100 FC-Set60-C13x

Nota: A classificação energética indicada pode variar de acordo com cada produto.

Dados técnicos





Caldeiras Murais de Condensação

Gama Lifestar Connect		LCP 24/30 C
Classificação Energética Aquecimento		A
Classificação Energética A.Q.S.		A
Escala ErP		A+++ → D A+ → F
Perfil de Consumo		XL
Potência Nominal	kW	24
Potência Útil		
Água quente	kW	29,4 kW
Aquecimento central	kW	25,2 kW
Consumo		
Gás natural	m ³ /h	3.05
Gás propano	kg/h	2.21
Dimensões		
Altura x Largura x Profundidade	mm	713 x 400 x 300
Peso	kg	36
Aquecimento Central		
Potência térmica nominal máx. (Pmáx) 40/30 °C	kW	25.2
Potência térmica nominal máx. (Pmáx) 50/30 °C	kW	25.0
Potência térmica nominal máx. (Pmáx) 80/60 °C	kW	24.0
Potência térmica nominal min. (Pmín) 40/30 °C	kW	3.4
Potência térmica nominal min. (Pmín) 50/30 °C	kW	3.4
Potência térmica nominal min. (Pmín) 80/60 °C	kW	3.0
Potência calorífica nominal máx. da água quente (PnW)	kW	29.4
Temperatura de ida (mín./máx.)	°C	82 °C
Pressão máxima de serviço	bar	3
Produção de A.Q.S.		
Quantidade máx. de água quente	$\Delta = 30 \text{ K}$	14 l/min
Intervalo de reg. de temperatura		35-60
Pressão máxima de serviço	bar	10
Pressão mínima de água	bar	0.3
Conforto EN 13.203	($\Delta T = 30 \text{ °C}$)	14 l/min
Outros		
Nível de potência sonora no interior	≤ dBA	44
NOx - Classe		6
Tensão Elétrica	AC...V	230
Frequência	Hz	50
Potência máxima absorvida	W	110
Diâmetro de evacuação de gases/acessório básico		60/100 mm
Rendimento energético com potência mín. curva de aquecimento 80/60 °C	%	97.5
Capacidade nominal do vaso de expansão conforme a EN 13831	l	6
Tipo de instalação		B23, B23P, B33, C13(x), C33(x), C43(x), C53(x), C63(x), C83(x), C93(x)

Nota: A classificação energética indicada pode variar de acordo com cada produto.

Dados técnicos

Caldeiras Murais Convencionais

Gama Lifestar 2	ZWA24-3K (Gás Natural)	ZWA24-3K (Gás Propano) ¹⁾
Classificação Energética Aquecimento	 C	 C
Classificação Energética A.Q.S.	 B	 B
Escala ErP	A ⁺⁺⁺ → D A ⁺ → F	A ⁺⁺⁺ → D A ⁺ → F
Perfil de Consumo	XL	XL
Potência Nominal	kW	24
Potência Útil		24
Potência térmica nominal máx. (P _{max}) 80/60 °C	kW	24,0
Carga térmica nominal máx. (Q _{max}) do aquecimento	kW	26,0
Potência térmica nominal água quente (P _{nW})	kW	24,0
Carga térmica nominal máxima (Q _{nW}) de água quente	kW	26,0
Potência calorífica nominal mínima de água quente	kW	11,0
Carga térmica nominal mín. de água quente	kW	12,2
Vaso de expansão		
Capacidade nominal do vaso de expansão segundo EN 13831	l	4
Água quente		
Pressão de água quente máx. permitida	bar	10,0
Pressão mín. de fluxo	bar	0,3
Caudal específico de acordo com EN 13203-1 (ΔT = 30 K)	l/min	11
Caudal específico com (ΔT = 25 K)	l/min	13,7
Caudal mínimo para necessidade de água quente	l/min	3,5
Outros		
Temperatura máx. de avanço	°C	aprox. 90
Máx. pressão operacional permitida (PMS) Aquecimento	bar	3
Peso do equipamento térmico	kg	34
Peso da placa de ligação para montagem	kg	2,0
Dimensões A x L x P	mm	865 x 400 x 385

1) É necessário um acessório de kit de transformação para gás propano.

Nota: A classificação energética indicada pode variar de acordo com cada produto.



janeiro 2022

A informação constante deste catálogo pode ser alterada sem aviso prévio.

Bosch Termotecnologia, S.A.
Sede: Av. Infante D. Henrique,
Lotes 2E e 3E - 1800-220 Lisboa | Portugal
Capital social: 2 500 000 EUR
NIPC: PT 500 666 474 · CRC: Aveiro

Vulcano

Departamento Comercial

Av. Infante D. Henrique, lotes 2E e 3E
1800-220 Lisboa
tel. 218 500 300*
info.vulcano@pt.bosch.com

Instalações Fabris
E.N. 16 - Km 3,7 Aveiro
3800-533 Cacia



Serviço pós-venda

211 540 721*

*Chamada para a rede fixa nacional



www.vulcano.pt



SOLUÇÕES DE ÁGUA QUENTE

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter conduzido este trabalho académico com integridade. Não plagiei ou apliquei qualquer forma de uso indevido de informações ou falsificação de resultados ao longo do processo que levou à sua elaboração.

Declaro que o trabalho apresentado neste documento é original e de minha autoria, não tendo sido utilizado anteriormente para nenhum outro fim.

Declaro ainda que tenho pleno conhecimento do Código de Conduta Ética do P.PORTO.

ISEP, Porto, 14 de setembro de 2024

BERNARDO SILVA