

Capítulo 2

Caracterização dos gases Combustíveis

1	Caracterização dos gases combustíveis	1
2	Principais características dos gases.....	2
2.1	Gases da 1ª família – gás de cidade	2
2.2	Gases da 2ª família – gás natural	3
2.3	Gases da 3ª família – GPL	4
3	Combustão dos gases	5

1 Caracterização dos gases combustíveis

O Decreto-lei nº 521/99 de 10 de Dezembro estabelece como gases combustíveis, gases que, quando misturados na proporção conveniente com o ar, proporcionam combustões, possíveis de serem utilizados em redes de distribuição de gás canalizado, os produtos gasosos ou liquefeitos obtidos a partir da refinação do petróleo, os produtos obtidos por tratamento de hidrocarbonetos naturais e os efluentes da indústria petroquímica, do tratamento de carvões, os gases de substituição e os resultantes da biomassa.

A definição dos parâmetros caracterizadores dos gases combustíveis foi fixada pela Portaria nº 867/89 de 7 de Outubro, onde constam os seguintes:

- Família
- Composição química média
- Poder calorífico superior e inferior
- Densidade em relação ao ar
- Grau de humidade
- Presença de condensados
- Índice de Wobbe

Os gases combustíveis podem ser classificados em três *Famílias*, de acordo com o valor do índice de Wobbe. O índice de Wobbe é definido pelo quociente entre o poder calorífico e a raiz quadrada da sua densidade. Pode ser obtido com base no poder calorífico superior ou inferior.

1ª Família – gases manufacturados $22.4 MJ/m^3 \leq I_w \leq 24.8 MJ/m^3$ (grupo A)

2ª Família – gases naturais $39.1 MJ/m^3 \leq I_w \leq 54.7 MJ/m^3$ (grupo H, L e E)

3ª Família – gases de petróleo liquefeito (GPL) $72.9 MJ/m^3 \leq I_w \leq 87.3 MJ/m^3$
(grupo B/P)

2 Principais características dos gases.

2.1 Gases da 1ª família – gás de cidade

Um exemplo dos gases da 1ª Família é o gás de cidade, fabricado a partir dos hidrocarbonetos e efluentes das petroquímicas, cuja distribuição se encontrava restringida à região de Lisboa. As principais propriedades são:

- Composição:

Elemento	% volume
CO ₂	17,0 %
H ₂	55,0 %
Ar	0,3 %
O ₂	1,50 %
N ₂	32 %
CO	3,3 %

- Mais leve que o ar - $d = 0.58$.
- Limite de inflamabilidade entre 6% e 36%.
- Poder calorífico: (1kJ = 0.145kcal)

PCS	17.6 MJ/m ³	4200 Kcal/m ³
PCI	15.7 MJ/m ³	3740 Kcal/m ³
- Índice de Wobbe:

Superior	24.87 MJ/m ³	5940 Kcal/m ³
Inferior	22.60 MJ/m ³	5400 Kcal/m ³
- Pressão mínima de utilização 8 mbar.
- Apresenta-se na fase gasosa.
- Odorizado artificialmente através de aditivos.
- Não é proibida a sua utilização em locais de nível inferior ao solo.

2.2 Gases da 2ª família – gás natural

O gás natural é um hidrocarboneto natural pelo que faz parte da 2ª família. A composição química difere, de forma ligeira, consoante a sua origem, mas o índice de Wobbe mantêm-se praticamente constante.

Composição química:

Metano	CH ₄	83,7 %
Etano	C ₂ H ₆	7,6 %
Azoto	N ₂	5,4 %
Propano	C ₃ H ₈	1,9 %
Butano	C ₄ H ₁₀	0,7 %
Pentano	C ₅ H ₁₂	0,2 %

- Constituído essencialmente por Metano.
- Mais leve que o ar - $d = 0.65$.
- Limite de inflamabilidade entre 5% e 14%.
- Poder calorífico:

PCS	42,0 MJ/m ³	10032 Kcal/m ³
PCI	37,9 MJ/m ³	9054 Kcal/m ³
- Índice de Wobbe:

Superior	52,1 MJ/m ³	12442 Kcal/m ³
Inferior	46,9 MJ/m ³	11200 Kcal/m ³
- Pressão nominal de utilização 20 mbar.
- Utilização e transporte por gasodutos na fase gasosa.
- Transporte marítimo em metaneiros na fase líquida por arrefecimento a -160 °C, conduzindo a uma redução volumétrica de 600 vezes.
- Odorizado artificialmente através de aditivos para deteção em caso de fuga.
- Pode se utilizado em locais de nível inferior ao solo (caves).

2.3 Gases da 3ª família – GPL

Os GPL fazem parte da 3ª família. Estes gases não se encontram na forma pura mas compõem misturas comerciais. É obtido em Portugal através da destilação do petróleo nas refinarias. O seu armazenamento e transporte são feitos na fase líquida (existindo uma fase gasosa no depósito) mas a sua utilização é feita na fase gasosa. Os gases mais correntes e disponíveis para distribuição são o Propano e o Butano. A redução volumétrica obtida para o transporte e armazenamento é de 275 vezes para o propano e de 235 vezes no butano.

Gás propano:

- Fórmula química: C_3H_8
- Mais denso que o ar - $d=1,55$.
- Poder calorífico:

PCS	11900 Kcal/m ³
PCI	11800 Kcal/m ³
- Índice de Wobbe:

Superior	76,8 MJ/m ³	9670 Kcal/m ³
Inferior	46,9 MJ/m ³	8910 Kcal/m ³
- Pressão nominal de utilização 37 mbar.
- Temperatura de ebulição à pressão atmosférica: -45°C.
- Pressão de vapor à temperatura de 15°C: 8 bar.
- Limite de inflamabilidade entre 2,4% e 9,5%.

Gás butano:

- Fórmula química: C_4H_{10}
- Mais denso que o ar - $d=2,01$.

- Poder calorífico:
PCS 11000 Kcal/m³
PCI 10800 Kcal/m³
- Índice de Wobbe:
Superior 87,3 MJ/m³ 8222 Kcal/m³
Inferior 80,5 MJ/m³ 7600 Kcal/m³
- Pressão nominal de utilização 30 mbar.
- Temperatura de ebulição à pressão atmosférica: 0°C.
- Pressão de vapor à temperatura de 15°C: 1,8 bar.
- Limite de inflamabilidade entre 1,9% e 8,5%.

3 Combustão dos gases

Uma das variáveis que define a combustão dos gases é o seu limite de inflamabilidade, cujos valores já foram apresentados para cada um deles. Estes definem os limites para as misturas de gás + ar.

Para que os produtos resultantes da combustão não sejam tóxicos para o Homem, é necessário garantir que a queima se dá com o oxigénio suficiente para o gás presente.

Tomando como exemplo o gás propano, podem ocorrer três reacções distintas:

1- Combustão com excesso de oxigénio



Do excesso de comburente resulta uma diminuição do rendimento da combustão.

2- Combustão higiénica (estequiométrica)



3- Combustão com falta de oxigénio



A insuficiência de oxigénio na queima origina o aparecimento de monóxido de carbono, o que obriga à instalação dos aparelhos de queima em locais bem ventilados e com a exaustão adequada.