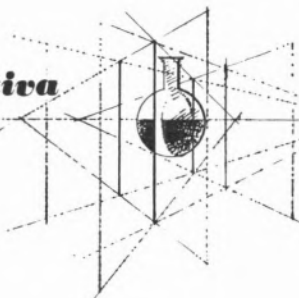


Perspectiva



SOBRE A ESCOLHA DE UNIDADES ENERGÉTICAS

O valor energético de um combustível sólido, líquido ou gasoso é tradicionalmente (e justificadamente) expresso em unidades de «quantidade de calor» desenvolvido pela sua combustão: quilocalorias (kcal ou Cal) por unidade de massa ou de volume (kg ou m³ e, às vezes, por l ou dm³).

A conhecida equivalência com as unidades físicas clássicas de energia é: 1 cal = 4,184 J (Joule).

Esta caloria (pequena caloria) é demasiadamente pequena na prática tecnológica e, por isso, é a quilocaloria ou «grande caloria» a que correntemente se usa e está de harmonia com o sistema SI.

Os países anglo-saxónicos usam uma outra unidade, denominada British Thermal Unity (BTU) ⁽¹⁾ definida como «a quantidade de calor necessária para elevar de 1 °F uma libra de água inicialmente à temperatura da sua máxima densidade». A equivalência entre as duas unidades é: 1 BTU = 0,252 Cal ou, com erro inferior a 1 %: 1 Cal = 4 BTU.

Qualquer delas é ainda pequena para usar, por exemplo, em estatística ou balanço térmico referente ao consumo ou produção de energia no Mundo ou mesmo num único país.

Pelo que respeita à caloria, é de recomendar a adopção, hoje já um pouco generalizada, da termia (th), sendo: 1 th = 1000 Cal.

Tabela I

Combustível	Termias (th)	por x	BTU	por y
Hulha	7,00	x = kg	12 600	y = lb
Gás natural	8,85	x = m ³	995	y = Mcft
Gasolina	11,40	x = kg	20 500	y = lb
Petróleo	11,00	x = kg	19 800	y = lb
Gasóleo	10,70	x = kg	19 200	y = lb
Fuelóleo	10,20	x = kg	18 350	y = lb
Butano	12,04	x = kg	21 600	y = lb
Álcool etílico	6,50	x = kg	11 700	y = lb

Na tabela I mostram-se valores típicos do que se chama «poder calorífico superior» (PCs) dos combustíveis mais comuns, expressos em termias por x (x = kg, m³) e BTU por y (y = lb, Mcft) ⁽²⁾.

(1) Tanto neste caso como no da caloria, BTU e Cal são realmente abreviaturas e não símbolos e, por isso, seria mais correcto escrevê-las B.T.U. e Cal., respectivamente.

(2) As equivalências das unidades BTU/libra e BTU/1000 pés cúbicos com a termia são: BTU/lb = $5,555 \times 10^{-4}$ th/kg e BTU/Mcft = $8,9 \times 10^{-3}$ th/m³.

Tabela II

Unidades	MJ (10^6 J)	termia (10^3 Cal)	tep	tec	BTU	therm (10^5 BTU)	Q	Quad	MWh
MJ =	1	0,239	24×10^{-6}	34×10^{-6}	949	$9,5 \times 10^{-3}$	$0,95 \times 10^{-15}$	$0,95 \times 10^{-12}$	$2,78 \times 10^{-4}$
th =	4,184	1	10^{-4}	$1,42 \times 10^{-4}$	$3,97 \times 10^3$	0,04	4×10^{-15}	4×10^{-12}	$1,16 \times 10^{-3}$
tep =	$4,19 \times 10^4$	10^4	1	1,42	4×10^7	400	4×10^{-11}	4×10^{-8}	11,6
tec =	$2,9 \times 10^4$	7×10^3	0,7	1	$2,8 \times 10^7$	280	$2,8 \times 10^{-11}$	$2,8 \times 10^{-8}$	8,2
BTU =	$1,054 \times 10^{-3}$	$25,2 \times 10^{-5}$	$25,2 \times 10^{-9}$	36×10^{-9}	1	10^{-5}	10^{-18}	10^{-15}	$29,2 \times 10^{-8}$
therm =	$1,054 \times 10^2$	$25,2 \times 1$	$25,2 \times 10^{-4}$	36×10^{-4}	10^5	1	10^{-13}	10^{-10}	$29,2 \times 10^{-3}$
Q =	$1,054 \times 10^{15}$	$25,2 \times 10^{13}$	$25,2 \times 10^9$	36×10^9	10^{18}	10^{13}	1	10^3	$29,2 \times 10^{10}$
Quad =	$1,054 \times 10^{12}$	$25,2 \times 10^{10}$	$25,2 \times 10^6$	36×10^6	10^{15}	10^{10}	10^{-3}	1	$29,2 \times 10^7$
MWh =	$3,6 \times 10^3$	860	86×10^{-3}	0,123	$34,14 \times 10^5$	34,14	$3,4 \times 10^{-12}$	$3,4 \times 10^{-9}$	1

Para maiores valores energéticos, podem usar-se os múltiplos SI da termia: mega ($M = 10^6$), giga ($G = 10^9$) e tera ($T = 10^{12}$).

Quanto à unidade inglesa, existe também uma termia («therm») que vale 10^5 BTU.

Além disso, para exprimir as maiores quantidades de energia correspondendo, por exemplo, ao consumo mundial, actual ou previsto, usam-se as unidades:

$$Q = 10^{18} \text{ BTU}; \quad \text{Quad} = 10^{15} \text{ BTU}$$

Também se tem considerado a unidade Q como «a quantidade de energia consumida mundialmente durante a década 1950-60» e fixando a equivalência (A. SAURY — «Crescimento zero?» Trad. port., pg. 161):

$$Q = 40 \times 10^5 \text{ tec } (^1)$$

Esta equivalência corresponderia a:

$$1) \text{ para } Q = 10^{18} \text{ BTU} \rightarrow \text{tec} = 6300 \text{ th}$$

$$2) \text{ para } \text{tec} = 7000 \text{ th} \quad Q = 1,12 \times 10^{18} \text{ BTU}$$

Finalmente, para tornar mais sensíveis certas estatísticas energéticas, aparecem ainda na literatura técnica e económica duas outras unidades: a «tonelada equivalente de petróleo» (tep) e a «tonelada equivalente de carvão» (tec). O valor destas unidades fixa-se convencionando que os poderes caloríficos superiores (PCs) são: para o petróleo 10 th/kg e, para o carvão, mais frequentemente, 7 th/kg.

Na tabela II indicam-se as equivalências entre as várias unidades citadas e ainda MJ (10^6 J) e MWh (10^3 kWh).

Torna-se evidente que seria muito vantajoso diminuir o «leque» destas unidades, reduzindo-as a uma ou, quando muito, apenas a duas e seus múltiplos. Dada a evolução, na própria Inglaterra, para adopção do sistema métrico, substituindo a libra (uma das bases da unidade BTU) pelo quilograma e logicamente preferindo também a escala termométrica de Celsius, parece que seria aconselhável abandonar essa unidade e seus múltiplos Q, Quad e therm.

(1) «Tonelada equivalente de carvão» (vd. o texto a seguir).

Na escala calorimétrica, escolher-se-ia como base a *termia* (= 1000 kcal) e os seus múltiplos. Por exemplo, para valores muito elevados, a expressão far-se-ia em teratermias (Tth). Era de admitir que, paralelamente à escala da «caloria», se usasse a do Joule, com base física perfeitamente precisa e cuja equivalência com a termia se mostra na tabela II:

$$1 \text{ th} = 4,184 \text{ MJ}$$

O poder calorífico dos combustíveis passaria a exprimir-se em th/kg ou th/m³, o que também traria a vantagem do uso de menos algarismos, e consequentemente a de não favorecer um exagero de aproximação que os métodos calorimétricos correntes não autorizam.

Tabela III

	MJ = 239 mth
	BTU = 252 μ th
Q = 252 Tth	
Quad = 252 Gth	
TJ = 239 kth	
tep = 10 kth	1 cal = 1 μ th
therm = 25,2 th	1 Cal = 1 mth
	1 000 Cal = 1 th

Na tabela III apresentam-se algumas equivalências úteis da unidade aconselhada.

Assim, por exemplo, há previsões de que o consumo mundial de energia no ano 2000 será da ordem dos 28 Q/ano, o que dá, em teratermias: $28/4 \times 10^3 \simeq 7000 \text{ Tth}$.

Em 1972, o consumo regulou por 1/100 deste valor, ou sejam 70 Tth.

Para as estatísticas à escala nacional, no caso português, parece adequada a megatermia (Mth = 10^6 th).

O caso da expressão da quantidade de energia eléctrica em unidades caloríficas merece comentário especial.

Como é sabido, a equivalência física em relação, por exemplo, ao quilowatt-hora é:

$$1 \text{ kWh} \equiv 860 \text{ Cal}$$

e, portanto

$$1 \text{ MWh} \equiv 860 \text{ th}$$

No entanto, para usar nas estatísticas e balanços energéticos, alguns objectam que se trata de uma irreabilidade porquanto, para produzir electricidade numa central térmica alimentada a combustível, é necessário despendir bastante mais que 860 Cal por cada 1 kWh. Assim, para rendimento de 32 %:

$$1 \text{ kWh} \rightarrow 2,69 \text{ th}$$

e, para 35 %:

$$1 \text{ kWh} \rightarrow 2,45 \text{ th}$$

Então se quisermos estabelecer a equivalência em tep(*), haverá que ter em linha de conta esta realidade.

A atitude favorece especialmente a produção de energia eléctrica de produção hidráulica e poderá justificar-se para estes objectivos. Mas o que interessa fundamentalmente nestes balanços ou estatísticas é o valor da própria energia. No caso da electricidade de origem térmica, a qual figura como energia secundária, a quantidade real de combustível gasto na sua geração figurará naturalmente na secção de consumo de energia primária e poderá ser expressa na escala tep.

A electricidade produzida em centrais nucleares é considerada energia primária, tal como a hidro-electricidade.

Regra geral, deverá considerar-se válida a equivalência: $1 \text{ MWh} = 860 \text{ th}$.

A adopção da *termia* como unidade corrente traz ainda a vantagem de permitir a expressão simples do preço dos combustíveis, como base de uma comparação útil.

Parece-nos que a unidade a usar em Portugal deveria ser «centavos por termia», como aliás já por vezes se pratica.

Na tabela a seguir, comparam-se nesta base os preços actuais de alguns combustíveis no nosso país.

Como nível de referência, pode indicar-se que actualmente em Inglaterra se espera obter o gás

(*) A conclusão análoga se chegaria para a equivalência com tec, mas actualmente há tendência para evitar o uso desta unidade, dada a grande variabilidade do poder calorífico dos carvões. Assim, é frequente considerar-se $\text{tec} < 7000 \text{ th}$.

Tabela IV

Combustível	ctv/th	
Gasolina super	148	
Gasolina normal	131	
Gás Cidla	63,8	Preços oficiais
Gás de Lisboa (C.R.G.E.)	42,9	a partir
Gasóleo	37,3	de
Petróleo de iluminação	33,7	19/Agosto/1974
Fuelóleo	12,7	

natural do Mar do Norte a custo que permita um preço de venda ao público inferior a 10 ctv/th. Isto dá bem ideia da barateza relativa deste combustível que, nos países do Médio Oriente, é obtido por custo inferior a 1 ctv/th e, ainda até há pouco, custava nos E. U. A. 2-4,5 ctv/th!

Em contrapartida, os preços por que pagamos os derivados do petróleo não andam longe dos que actualmente vigoram no resto da Europa, sendo mesmo quanto a alguns mais favorável. Apenas a gasolina é nitidamente mais cara, em obediência à política cujos objectivos são geralmente conhecidos.

Além das razões aduzidas para justificar a adopção unicamente da *termia* (e seus múltiplos ou sub-múltiplos) como unidade energética nas condições acima enunciadas, pode observar-se que tal uso em nada contraria as normas do sistema internacional (SI), que é hoje o mais geralmente adoptado.

E insiste-se na virtude fundamental da proposta (uma única unidade base) que salta à vista quando se examina a tabela II na qual, segundo a realidade actual, há oito unidades escolhidas ao sabor das simpatias e que pertencem, pelo menos, a três sistemas diferentes!