



Conceitos e Unidades de Energia

Compra de Energia

O que é a Energia?

- **“A Energia é a capacidade de causar mudanças”...**
- **“A Energia tem quantidade, mas também qualidade”...**
- **“A Energia não se perde, converte-se”...**
- **“A Energia é a capacidade de produzir trabalho”...**
- Comentários? Exemplos?

O que é a Energia?

- Conservação da Energia: esta não pode ser criada ou destruída, apenas transformada.
- Durante uma interacção entre um sistema e o seu exterior, a quantidade de energia ganha pelo sistema é exactamente igual à quantidade de energia perdida pelo exterior. Em termos de balanço energético:

$$E_{in} - E_{out} = \Delta E_{sistema}$$

Primeira Lei da Termodinâmica

- A Energia pode ser transferida para um sistema sob três formas:
 - Calor
 - Trabalho
 - Massa
- Forma geral da Primeira Lei para um sistema fechado:

$$\Delta E = Q - W$$

onde Q é o calor transferido *para* o sistema e W é o trabalho realizado *pelo* sistema.

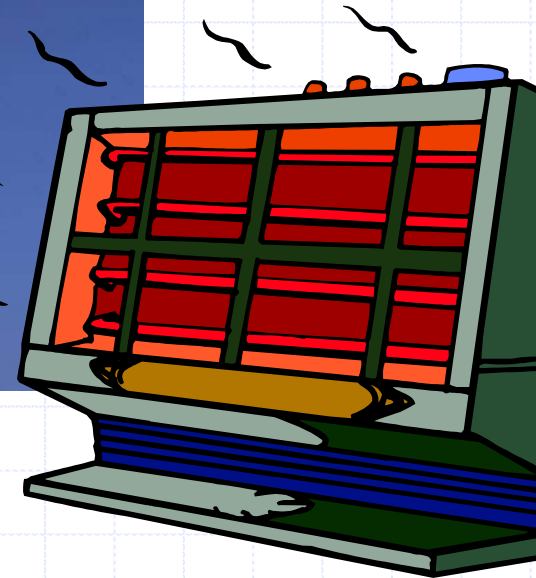
Primeira Lei da Termodinâmica

- **Algumas definições úteis:**
 - Sistema Aberto: volume de espaço que permite trocas de massa e energia.
 - Sistema Fechado: apenas ocorrem trocas de energia (massa constante).
 - Sistema Isolado: não ocorrem trocas de energia nem de massa.

Segunda Lei da Termodinâmica

- A passagem de calor de um corpo frio para um corpo quente nunca acontece espontaneamente, ou seja, nunca se dá sem compensação (fornecimento de trabalho).
- Os processos físicos na natureza evoluem para o equilíbrio espontâneo.

Segunda Lei da Termodinâmica



Segunda Lei da Termodinâmica

- É necessário fornecer trabalho aos sistemas!
- A Primeira Lei não dá qualquer informação sobre o sentido em que se processam as transformações (apenas diz que tem de existir balanço energético), sendo essa informação fornecida pela Segunda Lei.

Segunda Lei da Termodinâmica

- Enquanto que o trabalho pode ser convertido directamente em calor, o inverso não é verdade.
- Isto pode ser conseguido utilizando um motor térmico, que embora possam diferir bastante entre si apresentam um certo número de características comuns.

Segunda Lei da Termodinâmica

- Recebem calor de uma **fonte quente** (energia solar, caldeira, reactor nuclear, ...);
- Convertem parte desse calor em trabalho (usualmente através de um veio rotativo);
- Rejeitam o calor remanescente numa **fonte fria** (atmosfera, rio);
- Operam num **ciclo fechado**;
- Necessitam de um **fluido operante**.

Fontes de Energia

- As fontes de energia podem classificar-se em:
 - **Fontes Primárias**, quando ocorrem livremente na Natureza (sol, água, vento, gás natural, petróleo bruto).
 - **Fontes Secundárias**, quando são obtidas a partir de outras (electricidade, gasolina, petróleo).

Fontes de Energia

- As fontes de energia primárias podem ser:
 - **Fontes Renováveis**, que se renovam continuamente na Natureza, sendo por isso inesgotáveis.
 - **Fontes Não-Renováveis**, cujas reservas se esgotam, em virtude do seu processo de formação ser muito lento comparado com o ritmo de consumo.
 - Exemplos?

Variação de Energia de um Sistema

$$\Delta U_{total} = \Delta U_{sensível} + \Delta U_{latente} + \Delta U_{química} + \Delta U_{nuclear}$$



$\Delta T, \Delta P$



Mudanças
de Fase



Reacções
Químicas
(Combustão)

Tipos de Energia

- Sensível
- Latente
- Química
- Nuclear



Quantificar e Comparar: Unidades

- A Energia que é cedida ou recebida por um sistema em cada unidade de tempo denomina-se **potência**:

$$Potência = \frac{Energia}{Tempo}$$

- A unidade SI de **Energia** é o **Joule** [J].
- A unidade SI de **Potência** é o **Watt** [W].

Quantificar e Comparar: Unidades

- Tratando-se de **Energia eléctrica**, utiliza-se usualmente a unidade **quilowatt-hora [kWh]**.

$$E = P \times t$$

[kWh] [kW] [h]

- A quantos joules corresponde 1 quilowatt-hora?
- $1 \text{ kWh} = 1 \text{ kW} \times 1 \text{ h}$
- $1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s}$
- **$1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ J}$**

Outras Unidades

- Conforme a aplicação, será mais razoável utilizar outras unidades para quantificar a Energia.

Unidade de Energia	Equivalências	
1 Btu	1.053 J	252 cal
1 cal	4,18 J	
1 caloria alimentar	4.180 J	1000 cal = 1 kcal
1 kWh	3,6 MJ	860 kcal
1 eV	$1,6 \times 10^{-19}$ J	

Padrão de Comparação

- Utiliza-se usualmente a Tonelada Equivalente de Petróleo (tep) de modo a comparar os conteúdos energéticos dos combustíveis e estabelecer considerações de carácter económico.

1000 litros de gasóleo	0,835 t
1000 litros de petróleo	0,785 t
1000 litros de gasolina super	0,750 t
1000 litros de gasolina normal	0,720 t

<i>Combustíveis Líquidos</i>	<i>tep/t</i>
Petróleo bruto	1,007
Gases de petróleo liquefeitos	1,140
Gás de refinaria	1,130
Gasolina	1,073
Carboreactores, petróleo e gasóleo	1,045
"Thick" fuelóleo	0,969
"Thin" fuelóleo	0,984
"White Spirit"	0,950
Gasolina pesada	1,073
Lubrificantes, betume, parafinas e outros	0,950

<i>Combustíveis Gasosos</i>	<i>tep/10³ m³</i>
Gás natural	0,91
Gás de cidade, Gás de coque	0,42
Gás de alto forno	0,09

Combustíveis Sólidos

$$\frac{PCI \times r}{41800 \times 0,9} \text{ tep / t}$$

Em que:

PCI – Poder Calorífico Inferior do combustível (kJ/kg)

r – tem os seguintes valores:

Combustíveis com teor em inertes até 20% - 0,65

Combustíveis com teor em inertes superior a 20% - 0,50

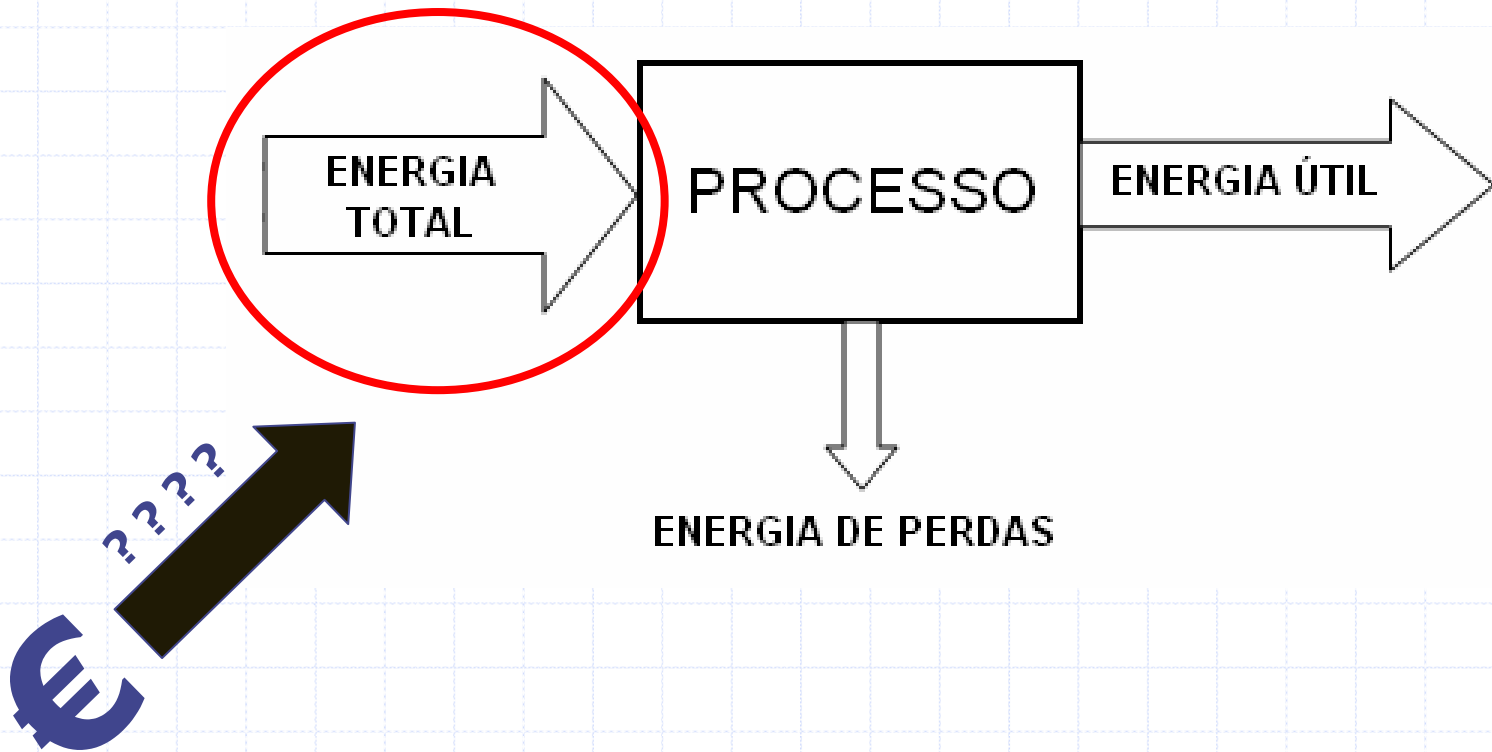
Energia Eléctrica

$$1 \text{ MWh} = 0,290 \text{ tep}$$

Vapor

$$\frac{\text{entalpia do vapor (kJ / t vapor)}}{0,9 \times 4,18 \times 10^7} \text{ tep / t vapor}$$

Comprar Energia



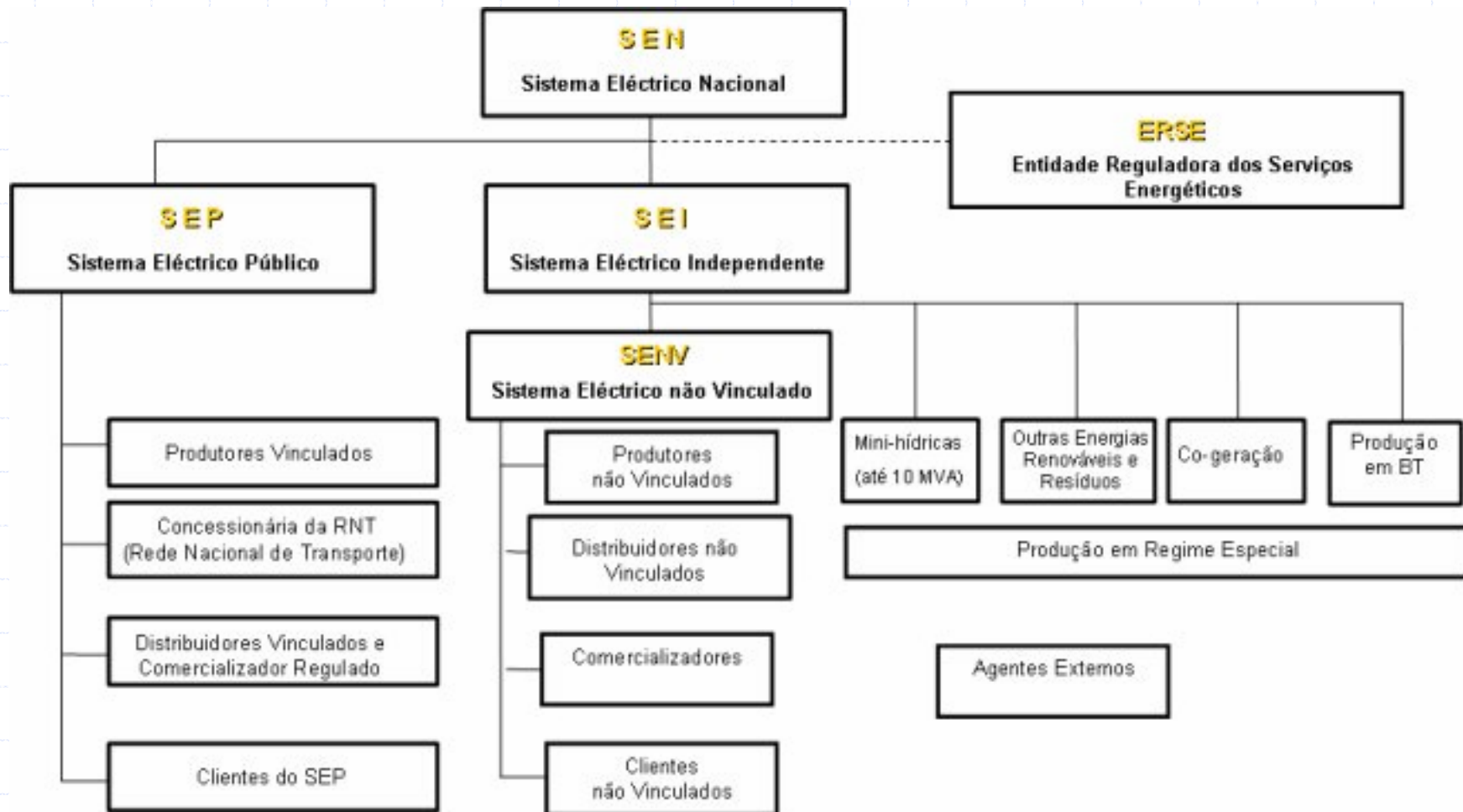
Sumário

- **Mercado de Electricidade**
- **Mercado Combustíveis**
 - Gás Natural
 - Propano / Butano
 - Diesel / Gasolina / GPL
 - Biomassa
 - ...

Mercado de Electricidade

- Concorrência como principio de eficiência
- Liberalização do mercado
 - Segmentação produção / transporte / distribuição / consumo
 - Acesso às redes por diferentes operadores
 - Escolha livre de fornecedor de electricidade
- Regulação do mercado
- Dificuldades na compatibilização com a gestão da procura

Mercado de Electricidade



Mercado de Electricidade

O consumidor pode optar pelo:

1. SEP – Sistema Eléctrico Público

- Tarifas reguladas
- Acesso a todos os clientes

2. SENV – Sistema Eléctrico Não Vinculado

- Negociação directa com o operador
- Actualmente é dada a possibilidade de aceder a este sistema todos os clientes excepto os clientes BTN

Tarifas de Electricidade

Estrutura das tarifas

1. Nível de tensão (BTN, BTE, MT, AT, MAT)
2. Potência
3. Energia Activa
4. Energia Reactiva
5. Períodos Horários

Períodos Horários

- Horas de cheias
- Horas de ponta
- Horas de Vazio
- Horas de Super Vazio

Ciclo Diário

Período de hora legal de Inverno	Período de hora legal de Verão
Ponta: 09.30/11.30h 19.00/21.00h	Ponta: 10.30/12.30h 20.00/22.00h
Cheias: 08.00/09.30h 11.30/19.00h 21.00/22.00h	Cheias: 09.00/10.30h 12.30/20.00h 22.00/23.00h
Vazio: 22.00/08.00h Vazio normal: 22.00/02.00h 06.00/08.00h Super vazio: 02.00/06.00h	Vazio: 23.00/09.00h Vazio normal: 23.00/02.00h 06.00/09.00h Super vazio: 02.00/06.00h

Estrutura geral das tarifas

1. Para fornecimentos em MAT, AT, MT e BTE

- Preços de contratação, leitura, facturação e cobrança (Termo tarifário fixo);
- Preços de potência contratada;
- Preços da potência em horas de ponta;
- Preços da energia activa;
- Preços da energia reactiva.

2. Para fornecimentos em BTN

- Preços de potência contratada e de contratação, leitura, facturação e cobrança;
- Preços da energia activa.

3. Para fornecimentos em Iluminação Pública

- Preços da energia activa.

Critérios de diferenciação:

- Opção Tarifária;
- Período tarifário.

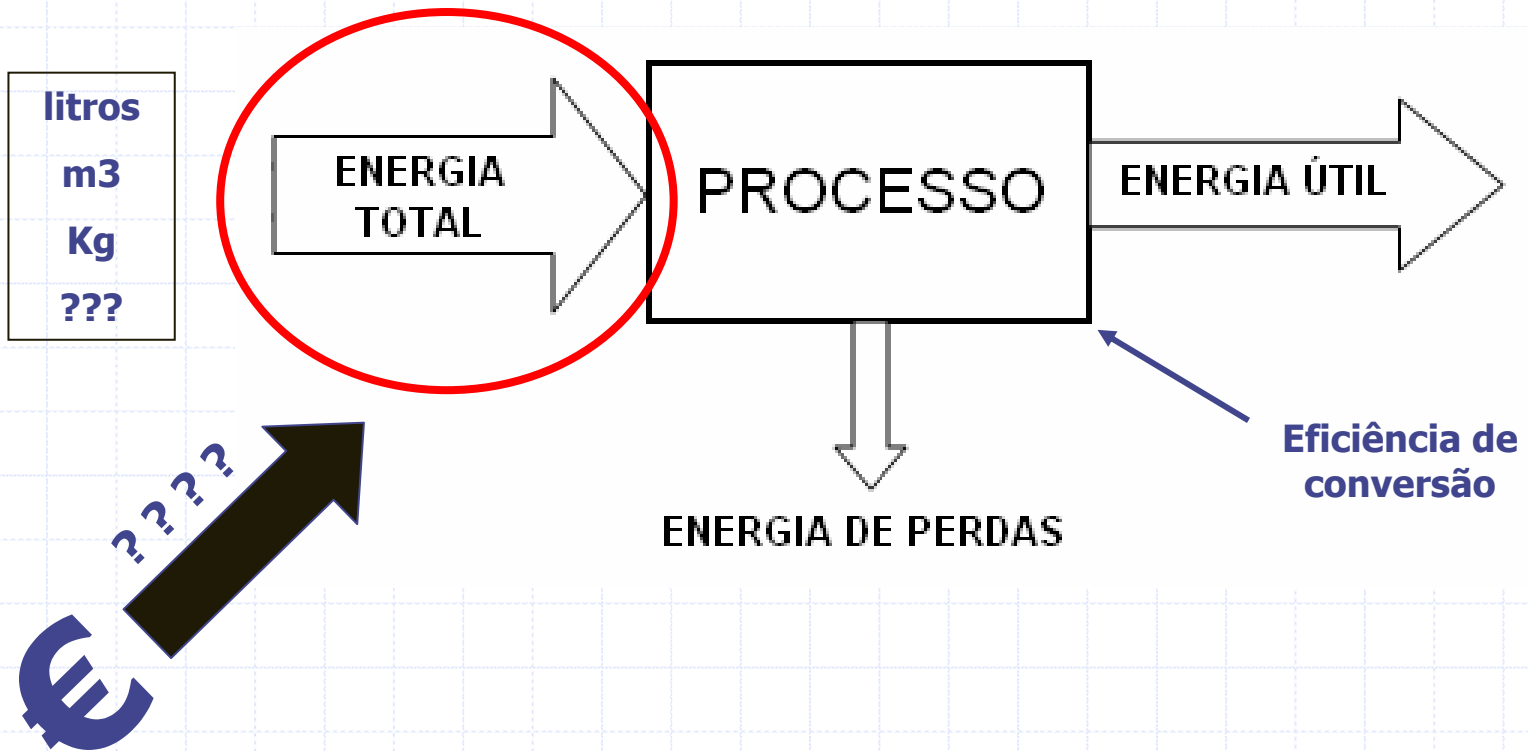
Optimização tarifária

Minimizar os encargos com a compra de energia adoptando o perfil de consumos ao melhor esquema tarifário disponível



SIMULADOR ERSE

Mercado de combustíveis



Escolha do vector energético

- Finalidade
- Tecnologia disponível
- Investimento e Exploração
- Qualidade de serviço e desempenho
- **PREÇO**

Como comparar diferentes bens energéticos?

Exemplo: Escolha do combustível

1. Pretende-se projectar um sistema de aquecimento de um edifício baseado em radiadores de parede alimentados por uma caldeira. A equipa de projecto calculou para o edifício em questão uma carga térmica de 50 kW e uma necessidade anual de 30 MWh. Face a algumas restrições estão a ser consideradas 3 opções:

Caldeira a biomassa

Caldeira a gasóleo

Caldeira a gás propano

	Custo Unitário	Rendimento Global do Sistema
Biomassa	0,160 € / kg	85%
Gasóleo	0,420 € / litro	75%
Gás Propano	1,910 € / m ³	80%

Exemplo: Escolha do combustível

Equivalências energéticas:

- Biomassa: 3100 kWh/m³ (600 kg/m³)
- Gasóleo: 10020 kWh/m³
- Gás Propano: 18,82 kWh/m³

Biomassa	Gasóleo	Gás Propano
€/ano		
1093	1677	3806

Exemplo: Escolha do combustível

- Considere um cenário de partida já existente com uma caldeira a gasóleo, avalie a viabilidade económica em substituir este sistema por um sistema a biomassa. Considere o custo de substituição de

a) € 10.000

9 anos

b) € 5.000

4,5 anos

- O mesmo cenário com o gasóleo a 0,90 €/l

a) € 10.000

4 anos

b) € 5.000

2 anos

Comentários

- **O processo de decisão da compra de energia depende de vários factores que podem ser quantificados ou estimados**
- **A evolução os mercados de energia (petróleo, GN, electricidade, etc.) é um dos factores fundamentais em decisões de longo prazo**