

AULA 01 – Apresentação do curso e discussão do tópico: O que é Energia?

Objetivo: apresentar o curso, os critérios de avaliação e introduzir o conceito de energia e sua relação com trabalho e potência

Sequência de atividades:

- Apresentação do escopo da disciplina
- Apresentação do plano de ensino
- Critérios de avaliação
- Apresentação do conceito de energia

Conteúdos:

- Discussão conceitual sobre energia
- As definições clássicas de energia, trabalho e potência
- Relações matemáticas entre energia, trabalho e potência
- Unidades de energia, trabalho e potência
- Definições importantes envolvendo energia

Discussão conceitual sobre energia

- Desenvolvemos um conhecimento tácito sobre energia, de forma que sabemos identificar sua existência, mensurá-la quando ela se manifesta em formas específicas ou quando sofre transformações, mas não podemos defini-la com facilidade:



- A energia é mais bem descrita pelo que ela pode fazer. Ao contrário da comida e da moradia, a energia não é valorizada por si própria, mas pelo que pode ser feito com ela.



- Não podemos ver a energia, mas podemos ver seus efeitos. Não podemos criá-la*, mas podemos usá-la. Não podemos destruí-la, mas podemos desperdiçá-la usando-a de forma ineficiente.



- A energia é um dos principais constituintes da sociedade moderna e está diretamente ligada ao desenvolvimento econômico .



- O uso dos recursos energéticos nos libertou de muitos trabalhos penosos e tornou nossos esforços mais produtivos.



- Eventos políticos, como guerras e boicotes, nos fazem perceber como a energia é crucial para o bom funcionamento da sociedade.



- A energia é fundamental até mesmo para as necessidades humanas mais básicas. A energia mínima para um adulto permanecer vivo é de 1000 kcal por dia. Para desempenhar atividades normais, 2000 kcal/dia.

Tabela 3.1 Necessidades energéticas para várias atividades¹

<i>Esforço</i>	<i>Exemplo</i>	<i>Gasto energético(kcal/hora)</i>
leve a moderado	Permanecer relaxado	20
	Atividades leves	50-60
	Caminhar, tomar banho	125-240
	Trabalho leve (ex. carpintaria)	150-180
	Marchar	280
pesado	Quebrar pedras	350
	Remar, nadar, correr	400-700
	Esportes intensos	800-1000

1. Earl Cook, 1976, *Man, Energy, Society*, W. H. Freeman and Co, San Francisco.

(Goldemberg, 2008)

- A modernidade exige cada vez mais energia para ser satisfeita...

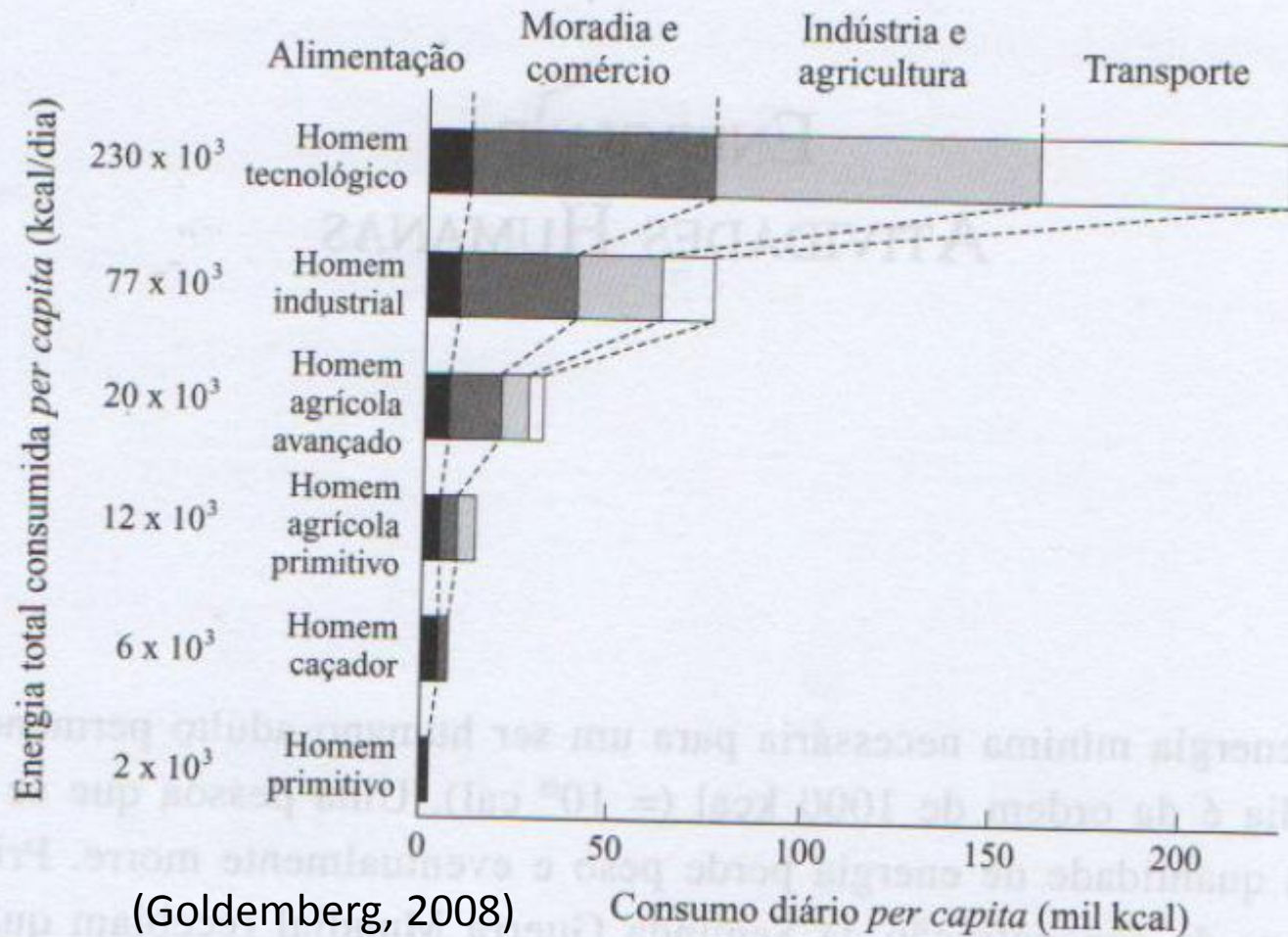
Época	Atividade
1.000.000 anos	Alimentos ingeridos
100.000 anos	Alimentos e queima da madeira
5.000 a. C.	Tração animal
1.400 d.C	Carvão mineral, quedas d'água e vento
1875	Máquina a vapor
Século XX	Motores a combustão, motores elétricos e energia nuclear.

(Goldemberg, 2008)

- Em 2004, cada habitante da Terra consumiu 17,7 milhões de kcal ou 1,77 tep, cerca de 1.000.000 de vezes o que consumia o homem primitivo.
- Cada africano consumiu 0,67 tep; cada brasileiro 1,11 tep; cada chinês 1,25 tep. Cada norte-americano 7,91 tep !

- A modernidade exige cada vez mais energia para ser satisfeita...

Figura 3.1 Estágios de desenvolvimento e consumo de energia²



- Para finalizar, entender a energia significa entender os recursos energéticos e suas limitações, bem como as consequências ambientais da sua utilização.



Nuclear energy is safe!!



Very clean energy!!!!



Oh no, it was made by coal in China!

“Definição” clássica de Energia:

Energia é a capacidade de realizar/ produzir trabalho.
(Hinrichs, R.; Kleinbach, L.; Reis, L., 2014 & Goldemberg, 2012)



Definição clássica de Trabalho:

Da Física: Trabalho é o produto de uma força pelo deslocamento efetuado por um corpo, sob ação dessa força. Assim:

$$W = F \times d \quad (\text{p/ uma força constante})$$

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F(x) dx \quad (\text{p/ uma força variável})$$

Unidade básica de Trabalho e Energia:

$$[W] = [F] \times [d]$$

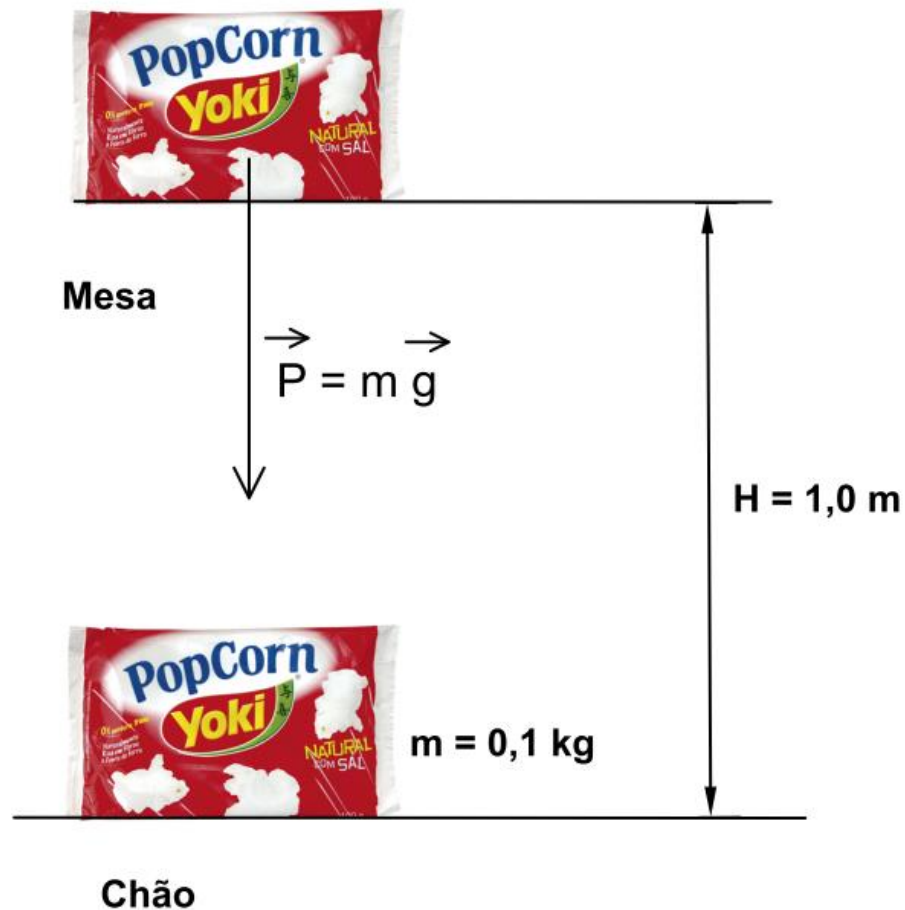
Logo, no SI:

$$[W] = N \times m = J$$

$$1 J = 1 N \times 1 m = 1 N \times m$$

Assim, 1 joule corresponde à quantidade de energia transferida a um corpo (ou dele retirada) por uma força de 1 newton que atua nele ao longo de uma distância de 1 m.

Noção “mais realista” de o que é um joule:



$$W_P = F \times d = (mg) \times H = 0,1 \times 9,81 \times 1,0 = 0,981 \text{ J} \approx 1 \text{ J}$$

Outras unidades úteis de energia e trabalho:

$$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$$

$$1 \text{ Btu} = 1.055 \text{ J}$$

$$1 \text{ tep} = 42 \times 10^9 \text{ J}$$

Variantes:

kJ, MJ, GJ, TJ

$$1 \text{ Quad} = 10^{15} \text{ Btu}$$

Uma definição conceitual clássica para trabalho seria:

Trabalho é uma forma de se transferir energia a um corpo ou sistema.
(Hinrichs, R.; Kleinbach, L.; Reis, L., 2014).



Ou seja, energia é a capacidade de se realizar trabalho e trabalho é uma forma de se transferir energia? Socorro!



Embora trabalho e energia possam ser mensurados, sua definição não é mais importante do que saber o que pode ser obtido com eles, em termos práticos!

Nesse exemplo, o trabalho realizado pela mãe sobre o conjunto carrinho + bebê, a partir do repouso, está aumentando a energia mecânica do conjunto.



Matematicamente:

$$W = \Delta E_{MEC} = \Delta(E_C + E_P)$$

Nesse outro exemplo, o trabalho realizado pela pessoa sobre o palito de fósforo, a partir do repouso, variou sua energia cinética e sua energia térmica, a ponto de a elevação de temperatura permitir o início da combustão.



Matematicamente:

$$W = \Delta(E_C + E_T)$$

Pode-se intuir, a partir dos exemplos apresentados, que uma forma geral de se expressar matematicamente a relação entre trabalho, energia mecânica e energia térmica é:

$$W = \Delta(E_{MEC} + E_T) = \Delta(E_C + E_P + E_T)$$

Obviamente, tanto o trabalho realizado/sofrido por um sistema como as variações das energias envolvidas podem ter sinal positivo ou negativo.

Vejamos agora o exemplo de um balão de ar quente em ascensão.



O ar frio fora do balão realiza trabalho sobre ele devido à força de empuxo, aumentando sua energia mecânica.

Já o aumento da energia térmica do ar no interior do balão não tem relação com o empuxo, mas sim com o calor liberado na combustão do gás do maçarico.

Assim, para se realizar adequadamente o balanço energético, é necessária a adição do termo Q na equação anterior, o qual representa o calor proveniente da combustão:

$$W + Q = \Delta(E_C + E_P + E_T)$$

Essa equação também se aplica a outras formas de energia, como a química e a elétrica pois, no nível microscópico, elas se resumem a dois tipos básicos de energia, que são a cinética e a potencial.

Portanto, de forma geral, pode-se escrevê-la como:

$$W + Q = \Delta(E_C + E_P + E_T + E_E + E_Q)$$

Ou, simplesmente:

$$W + Q = \Delta E$$

sendo E a energia total do sistema.

Essa equação é uma das mais importantes da Física, a qual veremos mais adiante nesse curso. Ela é conhecida como a **Primeira Lei da Termodinâmica**.

Essa Lei diz, basicamente, que **se não houver variação de massa de um sistema**, a única forma de se variar a sua a energia total é através da realização de trabalho sobre/pelo sistema e/ou através da adição/retirada de calor ao/do sistema.

Um caso particular da **Primeira Lei da Termodinâmica** muito interessante é aquele em que o sistema não realiza trabalho sobre o entorno e nem sofre trabalho deste ($W = 0$) e também não cede nem recebe calor do entorno ($Q = 0$). Consideremos, também, que a massa do sistema não varie.

Nesse caso, temos que $W + Q = 0$ e dizemos que o **sistema é isolado**. Assim:

$$W + Q = \Delta E = 0$$

$$\therefore \Delta(E_C + E_P + E_T + E_E + E_Q) = 0$$

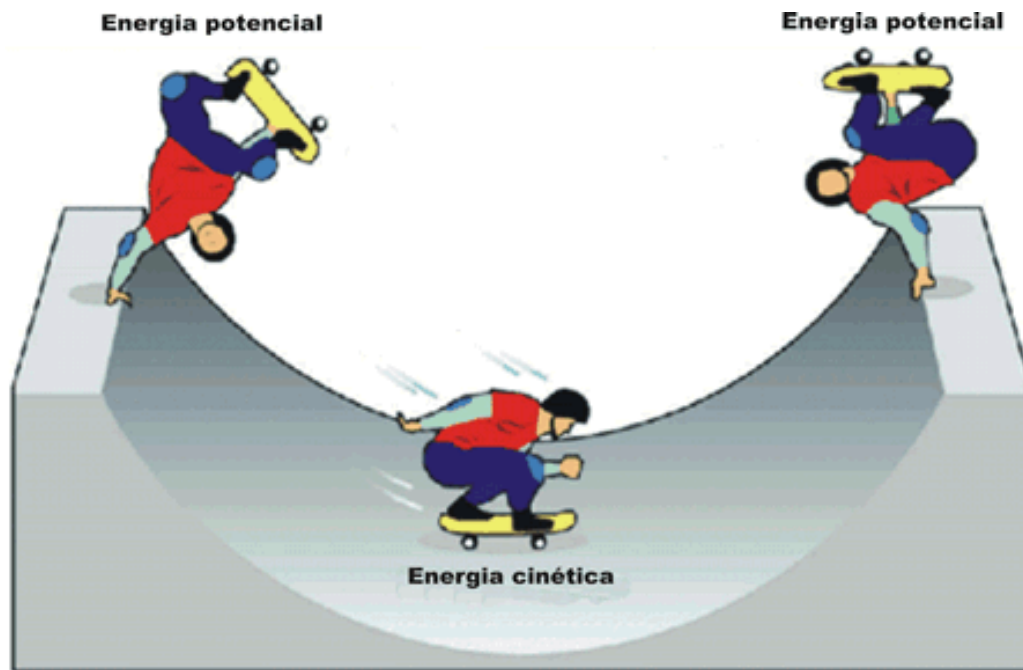
Esse último resultado é muito importante e é conhecido, na Física, como o **Princípio de Conservação da Energia**. Em última instância, pode-se concluir que:

“ A quantidade total de energia em um sistema isolado com massa constante sempre permanecerá constante ou, seja, a energia total é conservada.”

Vamos olhar novamente a equação anterior:

$$\Delta(E_C + E_P + E_T + E_E + E_Q) = 0$$

Embora a quantidade total de energia do sistema não varie ($\Delta E = 0$), nesse sistema isolado deverão ocorrer conversões (ou transformações) da energia de uma forma para outra. Veja o exemplo a seguir (despreze o atrito):

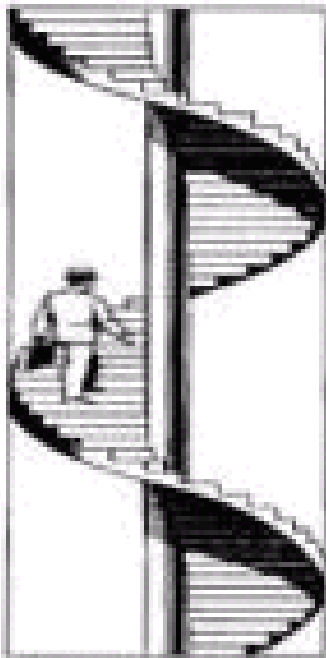


$$\Delta(E_C + E_P) = 0$$

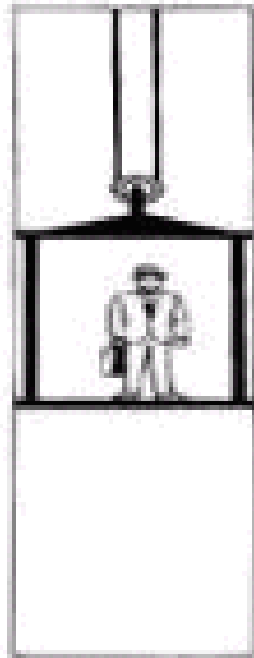
$$\therefore E_{MEC} = \textit{constante}$$

Definição clássica de potência

Potência representa um fluxo de energia por unidade de tempo ou a taxa em que se executa trabalho (Goldemberg, 2008).



$\Delta t = 5 \text{ min}$



$\Delta t = 0,5 \text{ min}$

$$P = \frac{dW}{dt} \text{ ou } P = \frac{dE}{dt}$$

No exemplo ao lado, o trabalho é o mesmo para subir de escada ou de elevador, mas a potência do elevador é muitas vezes maior que a potência humana! Por quê?

Unidade básica de Potência

$$[P] = \frac{[W \text{ ou } E]}{[\Delta t]}$$

Logo, no SI:

$$[P] = \frac{J}{s} = W$$

$$1 W = \frac{1 J}{1 s} = 1 J/s$$

Assim, 1 watt corresponde à realização de um trabalho de 1 J durante 1 segundo ou ao consumo de 1 J de energia a cada 1 segundo.

Uma outra unidade de potência, muito empregada em países de língua inglesa, é o horse-power ou HP.

Temos que $1 \text{ HP} \approx 746 \text{ W}$

Tabela 2.5 Avanços cronológicos da potência de equipamentos²³

<i>Equipamento</i>	<i>Data</i>	<i>Potência desenvolvida (HP)</i>
Homem usando uma alavanca	Antes de 3000 a.C.	0,05
Boi puxando uma carga	Antes de 3000 a.C.	0,5
Turbina de água	1000 a.C.	0,4
Roda d'água vertical	350 a.C.	3
Moinho de vento	1600 d.C.	14
Máquina a vapor de Savery	1697 d.C.	1
Máquina a vapor de Newcomen	1712 d.C.	5,5

(Goldemberg, 2008)

Tabela 2.3 Unidades de potência

<i>Unidade</i>	<i>Notação</i>	<i>Magnitude</i>
Picowatt	$\text{pW} = 10^{-12}\text{W}$	Célula humana
Nanowatt	$\text{nW} = 10^{-9}\text{W}$	Microchip
Microwatt	$\mu\text{W} = 10^{-6}\text{W}$	relógio de pulso a quartzo
Milliwatt	$\text{mW} = 10^{-3}\text{W}$	laser num aparelho de CD
Watt	W	lâmpada, eletrodomésticos em geral
Kilowatt	$\text{kW} = 10^3\text{W}$	motores propulsores em geral
Megawatt	$\text{MW} = 10^6\text{W}$	potência de locomotivas e plantas para a geração de eletricidade em geral
Gigawatt	$\text{GW} = 10^9\text{W}$	capacidade de grandes hidrelétricas, consumo médio de eletricidade em um país em um ano
Terawatt	$\text{TW} = 10^{12}\text{W}$	consumo médio de eletricidade no mundo em um ano, produção global anual de energia no mundo pela fotossíntese
Petawatt	$\text{PW} = 10^{15}\text{W}$	potência do Sol recebida pela Terra

(Goldemberg, 2008)

Tabela 2.3 Unidades de potência

<i>Unidade</i>	<i>Notação</i>	<i>Magnitude</i>
Picowatt	$\text{pW} = 10^{-12}\text{W}$	Célula humana
Nanowatt	$\text{nW} = 10^{-9}\text{W}$	Microchip
Microwatt	$\mu\text{W} = 10^{-6}\text{W}$	relógio de pulso a quartzo
Milliwatt	$\text{mW} = 10^{-3}\text{W}$	laser num aparelho de CD
Watt	W	lâmpada, eletrodomésticos em geral
Kilowatt	$\text{kW} = 10^3\text{W}$	motores propulsores em geral
Megawatt	$\text{MW} = 10^6\text{W}$	potência de locomotivas e plantas para a geração de eletricidade em geral
Gigawatt	$\text{GW} = 10^9\text{W}$	capacidade de grandes hidrelétricas, consumo médio de eletricidade em um país em um ano
Terawatt	$\text{TW} = 10^{12}\text{W}$	consumo médio de eletricidade no mundo em um ano, produção global anual de energia no mundo pela fotossíntese
Petawatt	$\text{PW} = 10^{15}\text{W}$	potência do Sol recebida pela Terra

(Goldemberg, 2008)

Cuidado: é comum confundir potência com energia. Para você não cometer esse erro, lembre-se desse exemplo:

Aparelho 1: Chuveiro elétrico – Potência: 6.000 W ou 6 kW

Tempo diário de uso: 15 min ou 0,25 h

Aparelho 2: Lâmpada incandescente– Potência: 100 W ou 0,1 kW

Tempo diário de uso: 15 h

Qual desses equipamentos utiliza mais energia elétrica diariamente?

Chuveiro: $E = P \cdot \Delta t = 6 \text{ kW} \cdot 0,25 \text{ h} = 1,5 \text{ kWh}$

Lâmpada: $E = P \cdot \Delta t = 0,1 \text{ kW} \cdot 15 \text{ h} = 1,5 \text{ kWh}$

Ou seja, ambos utilizam a mesma quantidade, porém o chuveiro o faz em um tempo muito menor!

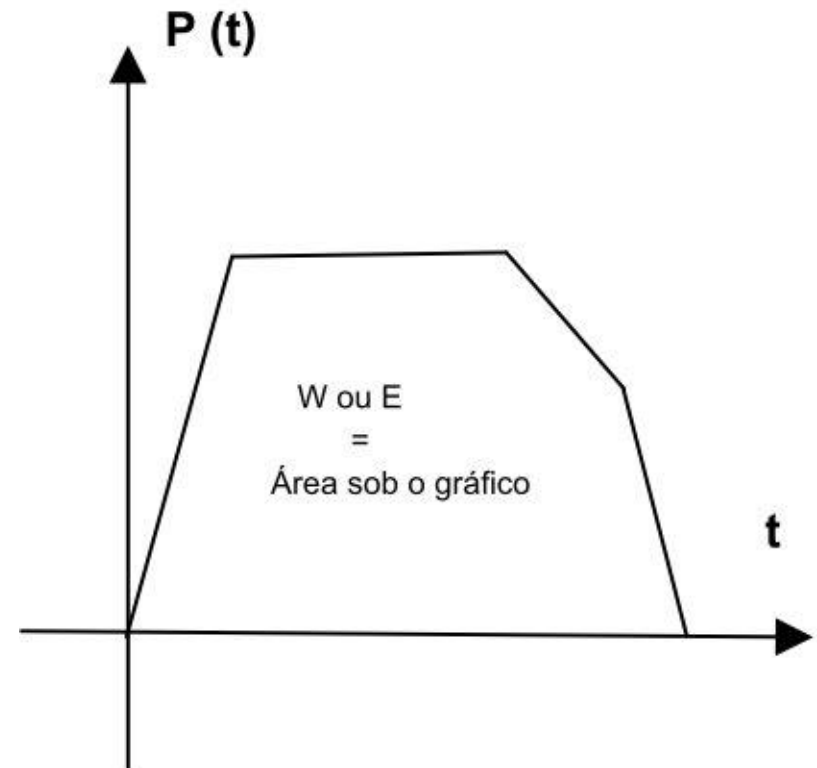
Outra relação entre energia (ou trabalho) e potência:

Note que a energia utilizada ou o trabalho realizado ao longo do tempo, quando temos a expressão matemática ou o gráfico da potência instantânea, pode ser obtido a partir da integral* de P em relação a t . Isso equivale a encontrar a área sob o gráfico.

$$E_{(t1 \rightarrow t2)} = \int_{t1}^{t2} P(t) dt$$

ou:

$$W_{(t1 \rightarrow t2)} = \int_{t1}^{t2} P(t) dt$$



* Esse conceito será visto mais adiante no curso de FUV – Não se preocupe pois, no momento atual, será necessário apenas saber calcular áreas de figuras planas.