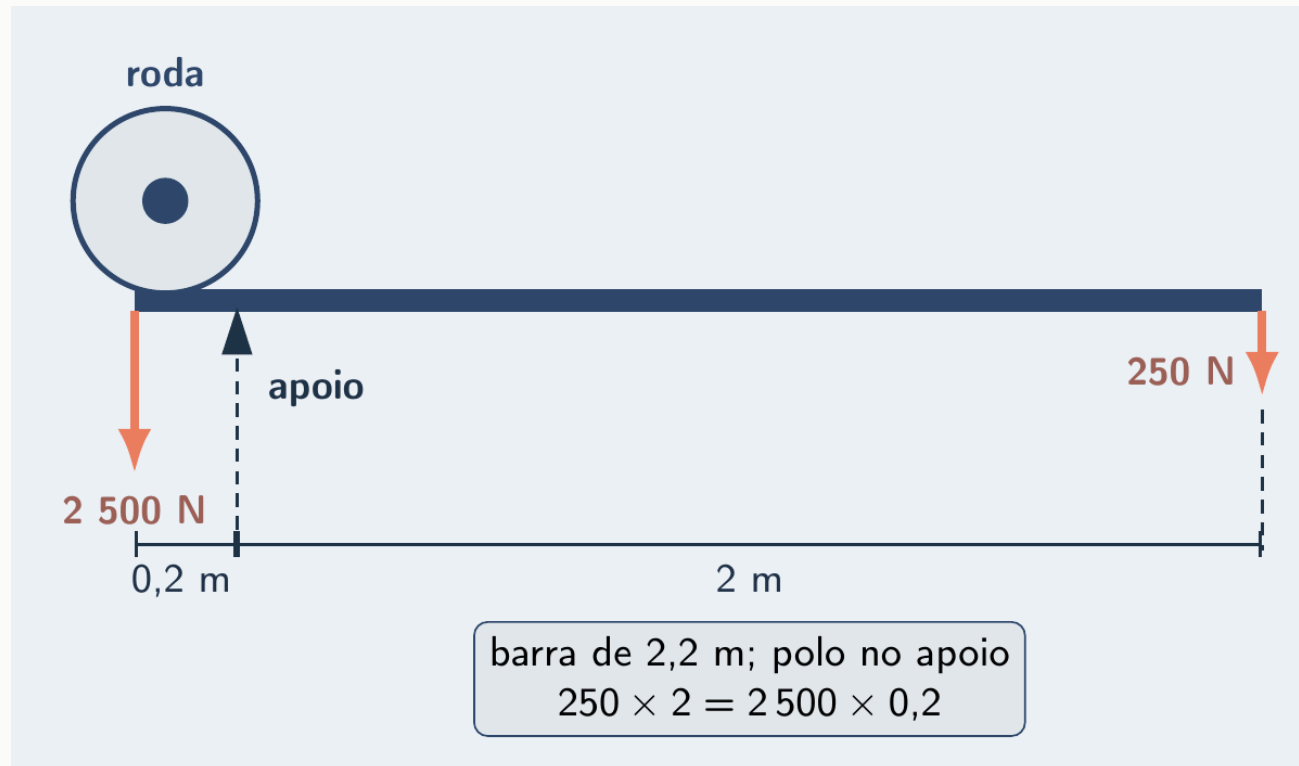


Mecânica IV · Episódio 2

A barra que levanta um carro com o peso de um braço

Alavancas e máquinas simples

0 caso

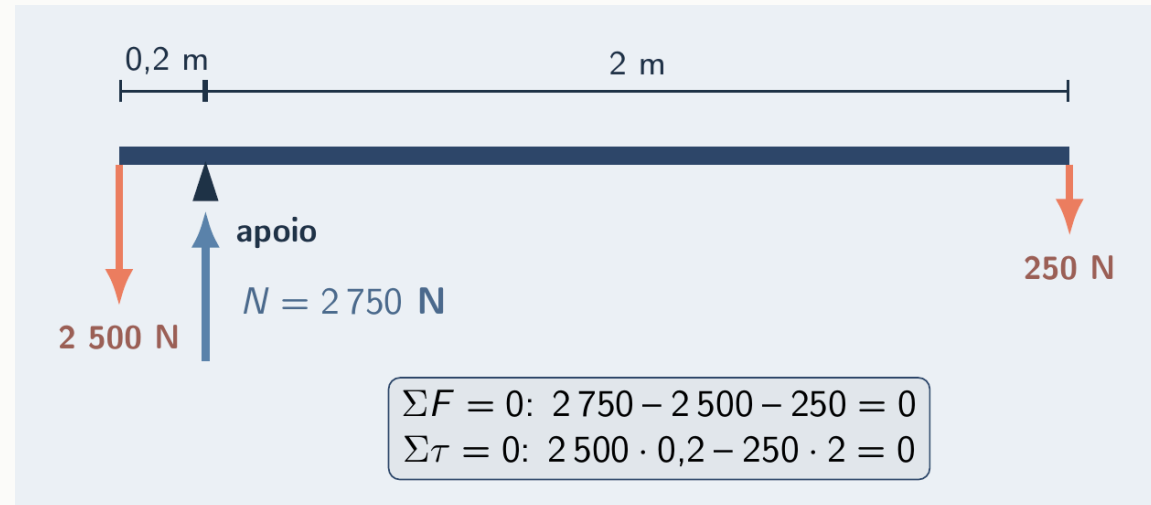
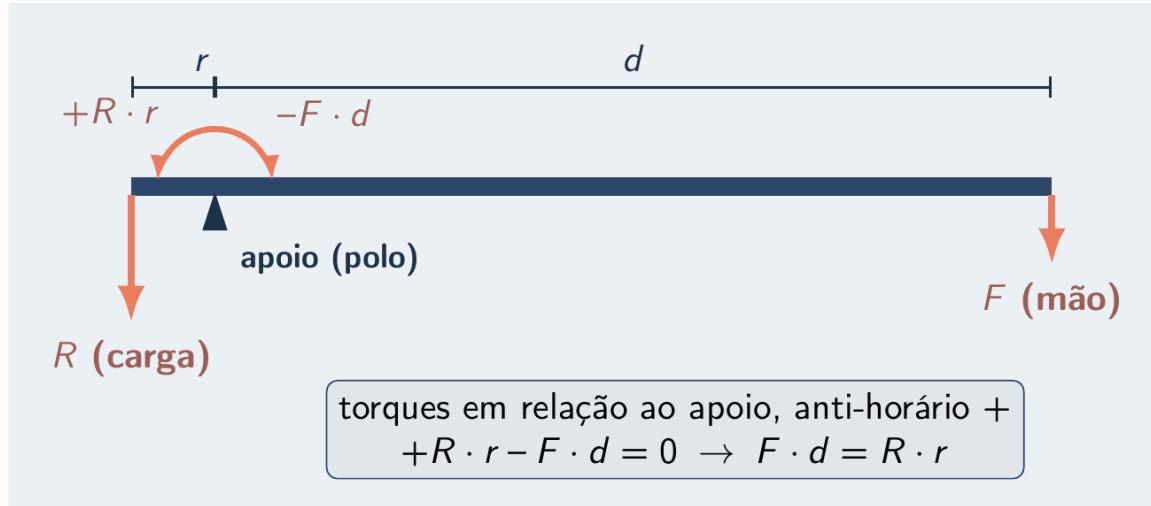


- "Dá-me um ponto de apoio..." · Arquimedes, séc. III a.C.
- carro de 1 000 kg → uma roda: cerca de 2 500 N
- barra de 2,2 m · apoio a 0,2 m da roda · mão a 2 m
- mão: **250 N**, o peso de 25 kg

Pergunta do episódio

Como 250 N na mão seguram 2 500 N na roda?

Conceito 1 – A alavanca



- barra rígida + **ponto de apoio** (fulcro)

- polo no apoio (é $\Sigma \tau = 0$):

$$F d = R r$$

- braços contados **do apoio** ·
apoio aguenta $R + F$

Exemplo resolvido – a roda do carro

Roda com 2 500 N a 0,2 m do apoio · mão a 2 m

Fórmula:

Substituição:

Resultado:

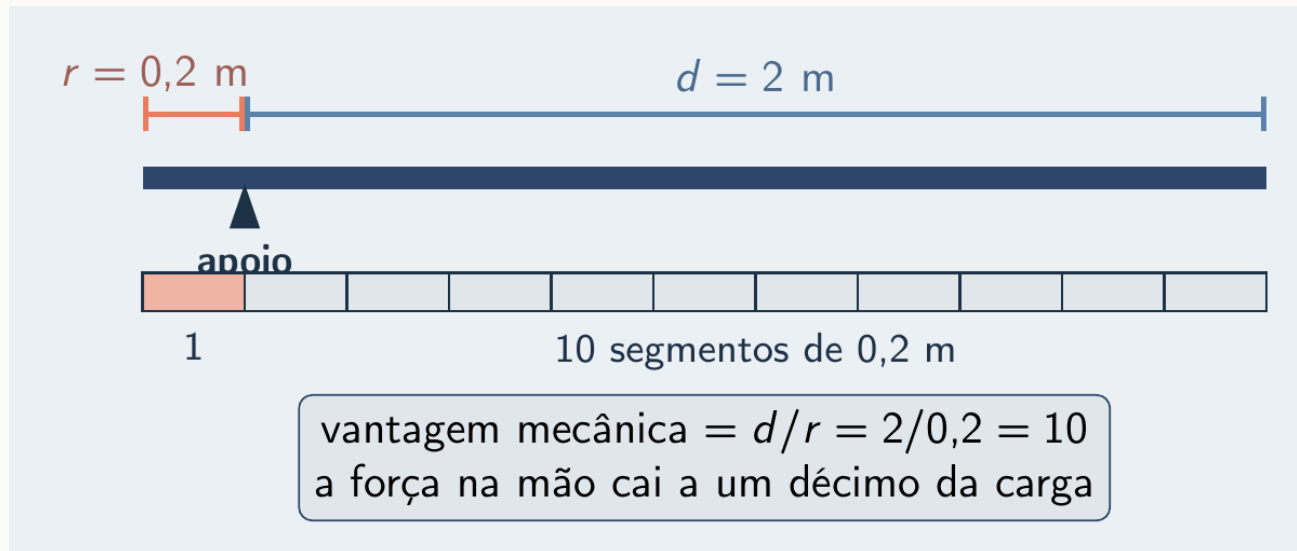
$$F d = R r$$

$$F \cdot 2 = 2\,500 \cdot 0,2 = 500$$

$$F = \mathbf{250\,N}$$

- apoio: 2 750 N

Conceito 2 – Vantagem mecânica



$$VM = \frac{R}{F} = \frac{d}{r}$$

- $VM > 1$: poupa força
- $VM < 1$: gasta força
- força e braço: inversamente proporcionais

Exemplo resolvido – mão mais perto

Mesma roda (2 500 N a 0,2 m), mão a só 1 m do apoio

Fórmula:

$$VM = \frac{d}{r}$$

$$F = \frac{R}{VM}$$

Substituição:

$$VM = \frac{1}{0,2}$$

$$F = \frac{2\,500}{5}$$

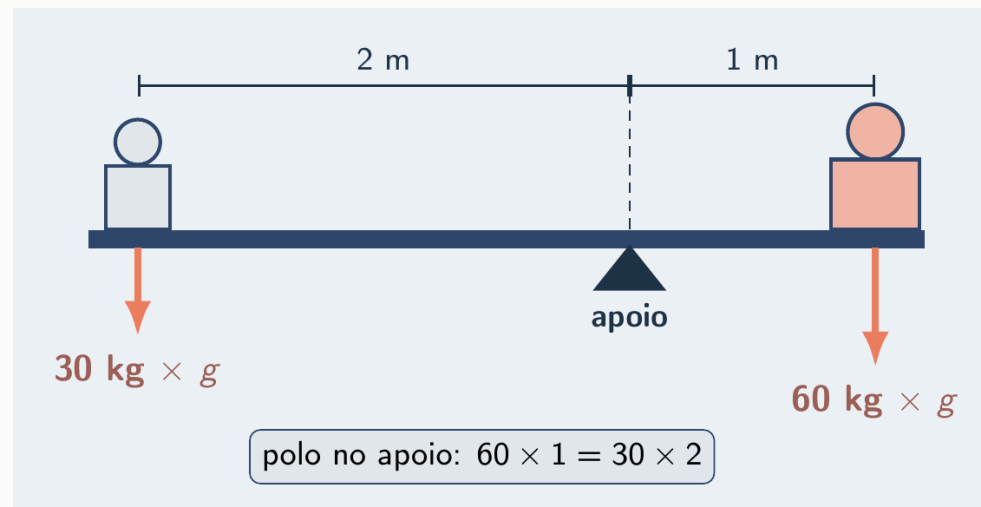
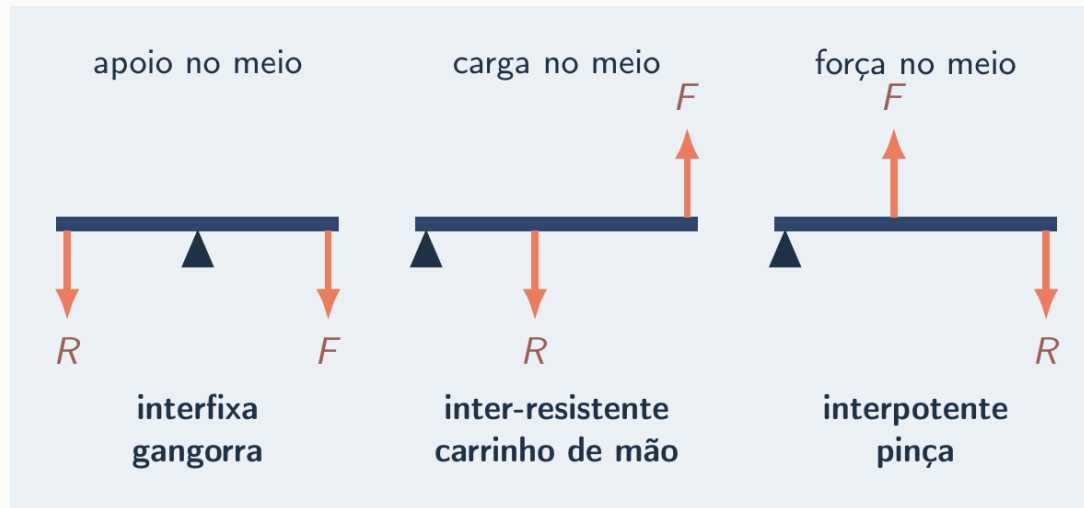
Resultado:

$$VM = 5$$

$$F = 500\text{ N}$$

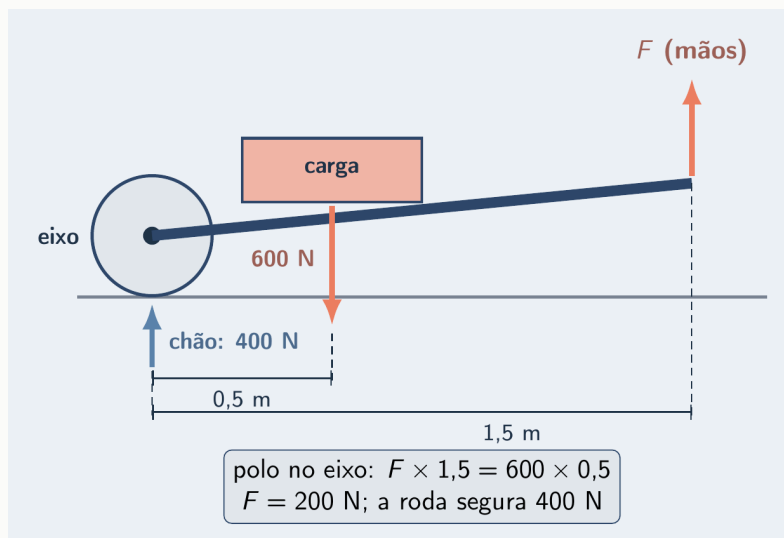
- o dobro de antes

Conceito 3 – Três classes



- apoio no meio: **interfixa** (gangorra, tesoura)
- carga no meio: **inter-resistente** (carrinho de mão) · $VM > 1$
- força no meio: **interpotente** (pinça) · $VM < 1$

Exemplo resolvido – carrinho de mão



600 N de carga a 0,5 m do eixo · mãos a 1,5 m

Fórmula:

$$F d = R r$$

$$N = R - F$$

Substituição:

$$F \cdot 1,5 = 600 \cdot 0,5$$

$$N = 600 - 200$$

Resultado:

$$F = \mathbf{200 \text{ N}}$$

$$N = \mathbf{400 \text{ N}}$$

- F nas mãos · N na roda

Exemplo resolvido — a pinça

Dedos com 3 N a 3 cm da dobra · pontas a 9 cm

Fórmula:

Substituição:

Resultado:

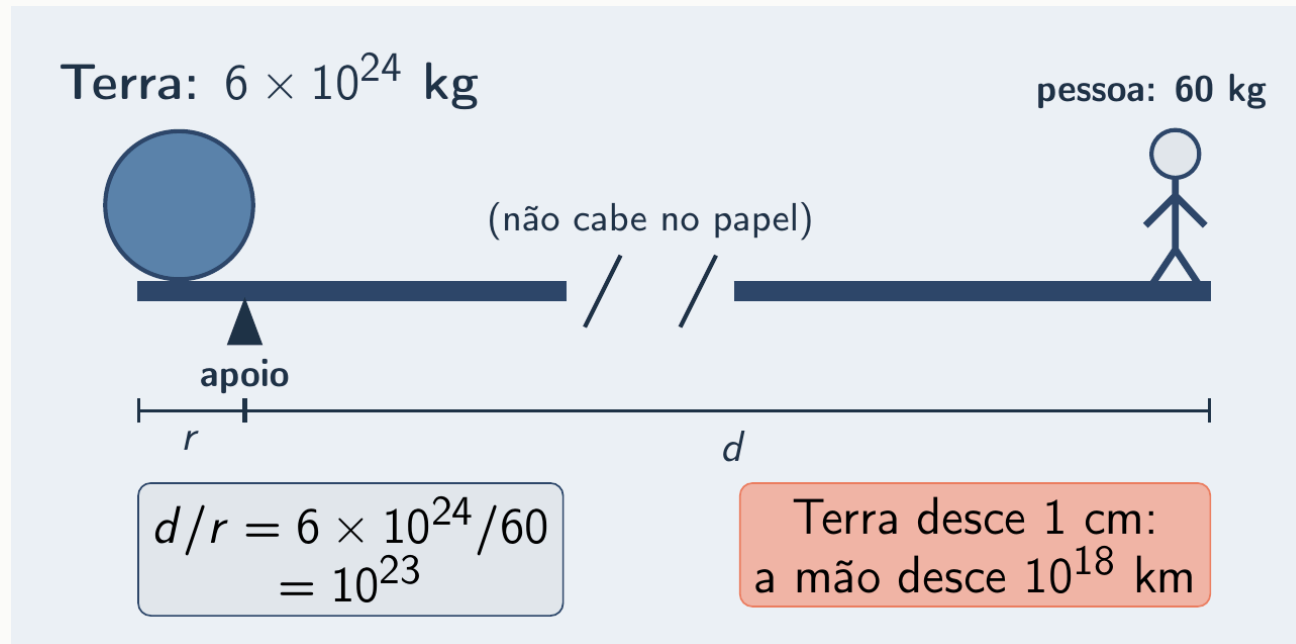
$$F d = R r$$

$$3 \cdot 3 = R \cdot 9$$

$$R = \mathbf{1\,N}$$

- pontas andam 3 vezes o curso dos dedos

Conceito 4 – Mover a Terra?



- a lei não impõe teto à razão dos braços
- o teto vem do mundo: barra, apoio, caminho da mão
- anedota antiga · conta: exercício de pensamento

Exemplo resolvido – a razão absurda

Terra de 6×10^{24} kg contra uma pessoa de 60 kg (g se cancela)

Fórmula:

$$\frac{d}{r} = \frac{M}{m}$$

Substituição:

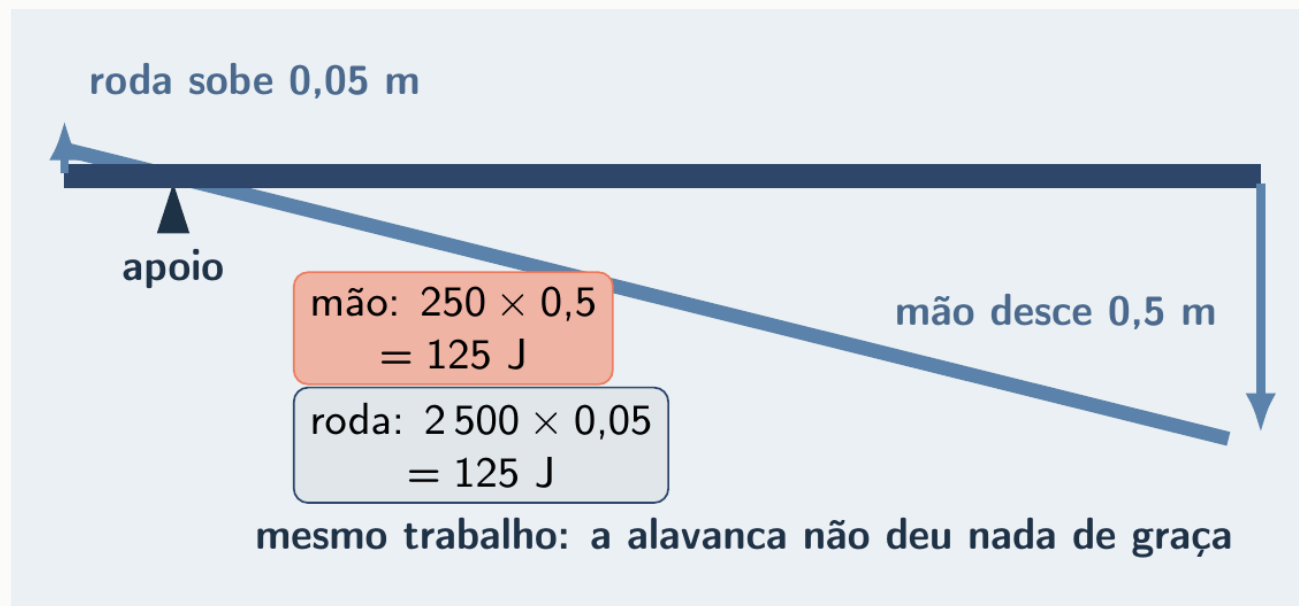
$$\frac{d}{r} = \frac{6 \times 10^{24}}{60}$$

Resultado:

$$\frac{d}{r} = 10^{23}$$

- 1 cm da Terra: 10^{18} km de mão

Conceito 5 – Trabalho não se cria



- deslocamentos das pontas proporcionais aos braços
- ideal: trabalho de entrada **igual** ao de saída
- poupa força, não energia · com atrito, perde

Exemplo resolvido – quem pagou a conta

Roda sobe $0,05 \text{ m} \cdot VM = 10 \cdot$ mão com 250 N

Fórmula:

$$s_{\text{mão}} = s_{\text{roda}} VM$$

$$W_{\text{mão}} = F s_{\text{mão}}$$

$$W_{\text{roda}} = R s_{\text{roda}}$$

Substituição:

$$s_{\text{mão}} = 0,05 \cdot 10$$

$$W_{\text{mão}} = 250 \cdot 0,5$$

$$W_{\text{roda}} = 2\,500 \cdot 0,05$$

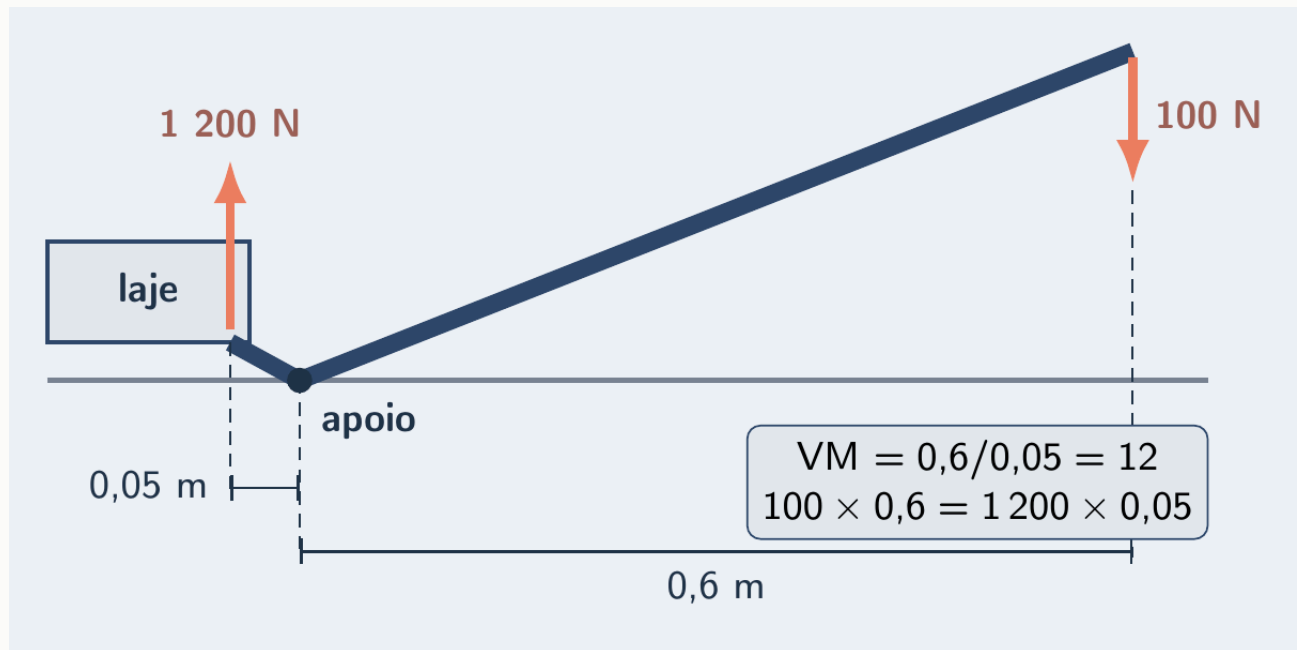
Resultado:

$$s_{\text{mão}} = \mathbf{0,5 \text{ m}}$$

$$W_{\text{mão}} = \mathbf{125 \text{ J}}$$

$$W_{\text{roda}} = \mathbf{125 \text{ J}}$$

Conceito 6 – Máquinas do dia a dia



- pé de cabra, tesoura, alicate: interfixas
- rampa, roldana, parafuso: mesma troca força por caminho
- prensa hidráulica: braços viram áreas (cap. 7)

Exemplo resolvido – o pé de cabra

Mão a 0,6 m do apoio · ponta a 0,05 m · 100 N na mão

Fórmula:

$$VM = \frac{d}{r}$$

$$R = F \cdot VM$$

Substituição:

$$VM = \frac{0,6}{0,05}$$

$$R = 100 \cdot 12$$

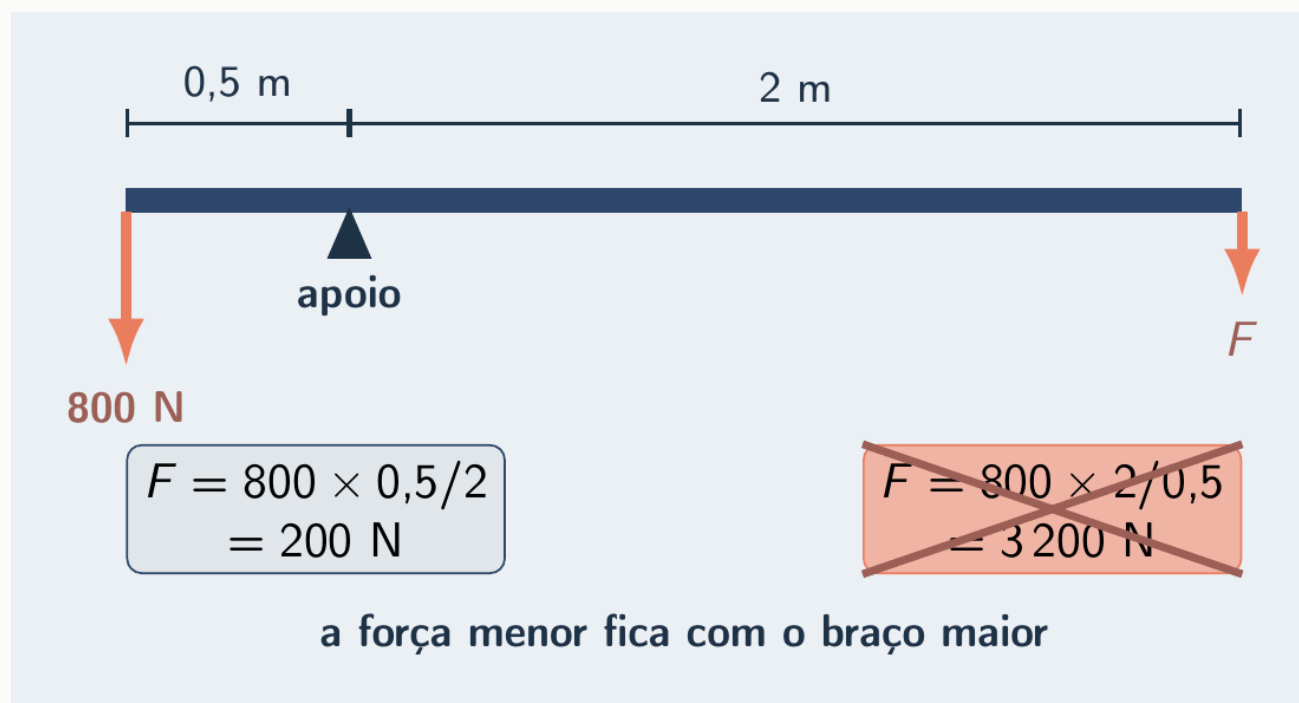
Resultado:

$$VM = \mathbf{12}$$

$$R = \mathbf{1\ 200\ N}$$

- na laje

Radar ENEM



- ✗ força maior no braço maior (3 200 N)
- ✗ barra inteira como braço
- ✗ apoio segurando só a carga
- ✗ "toda alavanca poupa força"
- ✗ menos força, menos trabalho
- ✓ $F = \frac{800 \cdot 0,5}{2} = \mathbf{200 \text{ N}}$

Resumo em cinco peças

1 alavanca: torque zero no apoio,
 $F \cdot d = R \cdot r$

2 vantagem mecânica
 d/r : braço maior, força menor

3 três classes:
o que muda é quem fica no meio

4 força cai, curso sobe:
trabalho igual (não cria energia)

5 moverei a Terra:
sem limite na lei, com limite no mundo

1. $F d = R r$, polo no apoio
2. $VM = \frac{d}{r}$
3. classe: quem está no meio
4. menos força, mais caminho, mesmo trabalho
5. lei sem limite; mundo com limite

Treine no jogo



QR do jogo → <https://professorcanario.com.br/m4/c2/lista>

Canarinho · lista do Episódio 2

Depois da aula: o combo deste episódio

[Abrir arena](#)

Vídeo em capítulos



Vá direto ao trecho que precisa.

<https://professorcanario.com.br/m4/c2/video>

Lista no app



As questões deste episódio,
para treinar.

<https://professorcanario.com.br/m4/c2/lista>

Livro da minissérie



Com QR em cada capítulo, que
leva ao vídeo e à lista daquele
tema.

<https://professorcanario.com.br/mecanica4/livro/>