

BIOMECÂNICA

Equilíbrio e alavancas

Carlos Bolli Mota

bollimota@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
Laboratório de Biomecânica

SUMÁRIO

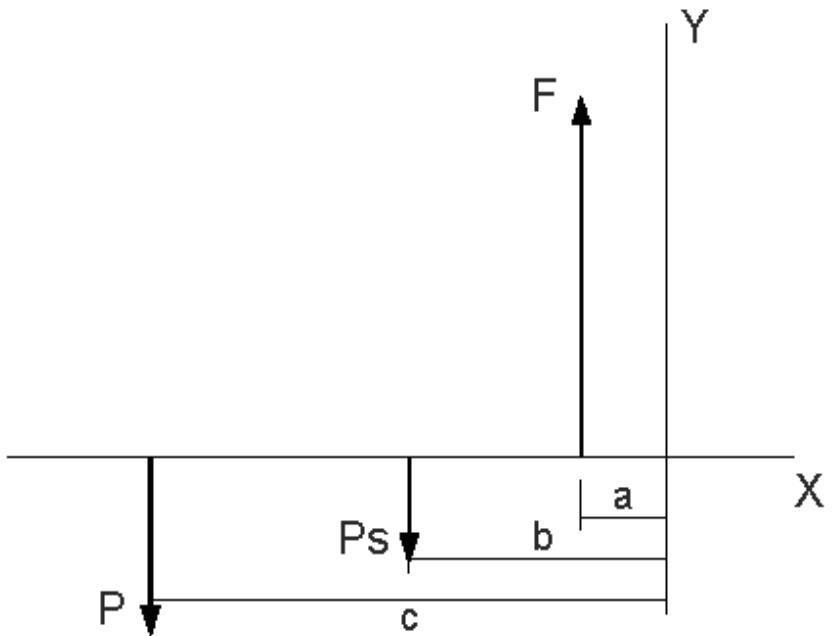
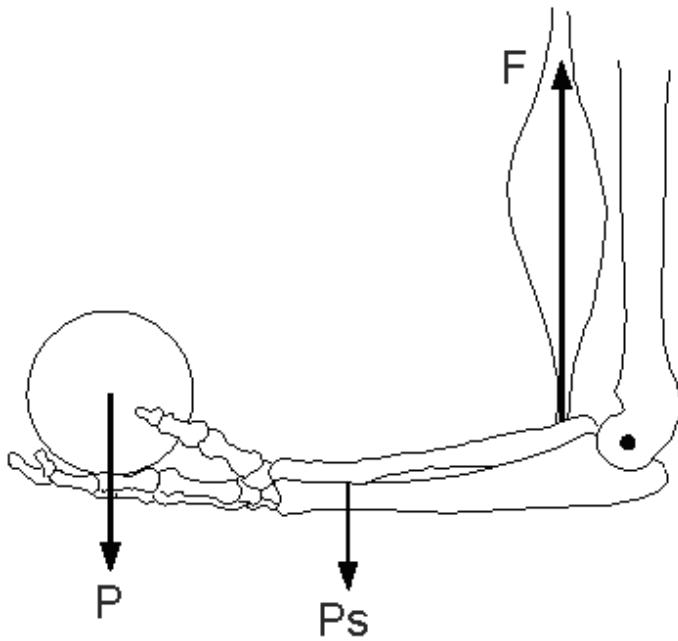
- EQUILÍBRIO ESTÁTICO
- ALAVANCAS
- EXERCÍCIOS

Torque ou momento resultante

Da mesma forma que é possível determinar uma força resultante que isoladamente tem o mesmo efeito das forças componentes de um sistema, pode-se determinar o momento resultante de um sistema de forças em relação a um determinado eixo.

Torque ou momento resultante

O torque resultante em relação a um determinado eixo é a soma dos torques de cada uma das forças que compõem o sistema em relação ao mesmo eixo.



$$P = 50 \text{ N}, Ps = 20 \text{ N}, F = 400 \text{ N}$$

$$a = 5 \text{ cm}, b = 15 \text{ cm}, c = 30 \text{ cm}$$

Equilíbrio estático

Um corpo está em equilíbrio estático quando a força resultante **E** o momento resultante de todas as forças que atuam sobre ele for igual a zero.

Equilíbrio estático

1^a condição de equilíbrio:

A força resultante de todas as forças que atuam sobre o corpo deve ser igual a zero.

$$\sum F = 0$$

→ garante ausência de translação

Equilíbrio estático

2^a condição de equilíbrio:

O momento resultante de todas as forças que atuam sobre o corpo em relação a qualquer eixo deve ser igual a zero.

$$\sum M = 0$$

→ garante ausência de rotação

ALAVANCAS

Quando os músculos desenvolvem tensão, tracionando os ossos para sustentar ou mover resistências, estes funcionam mecanicamente como alavancas. Alavancas são hastes rígidas que podem girar em torno de um eixo sob a ação de forças.

No corpo humano os ossos são as hastes rígidas, as articulações são os eixos e os músculos e cargas resistentes aplicam forças.

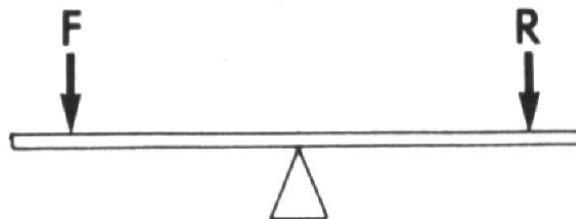
ALAVANCAS

Os três tipos possíveis de alavancas são:

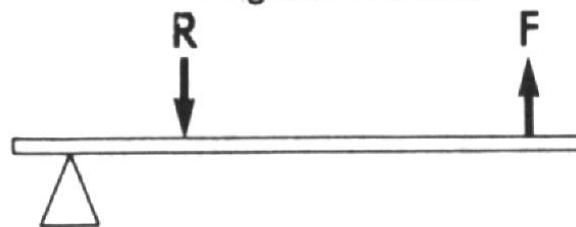
- Primeira classe ou interfixa
- Segunda classe ou inter-resistente
- Terceira classe ou interpotente

ALAVANCAS

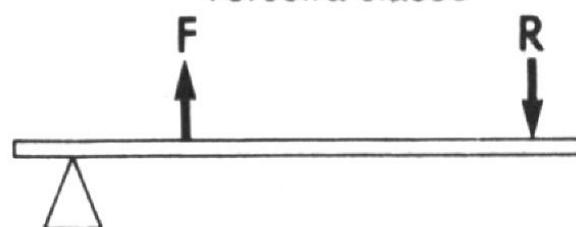
Primeira classe



Segunda classe



Terceira classe



Vantagem mecânica de uma alavanca

A eficiência de uma alavanca para mover uma resistência é dada pela vantagem mecânica:

$$Vm = \frac{\text{braço de força}}{\text{braço de resistência}}$$

braço de força - distância do eixo até a força

braço de resistência - distância do eixo até a resistência

Vantagem mecânica de uma alavanca

- $V_m = 1$ - a força necessária para movimentar uma resistência é exatamente igual à resistência.
- $V_m > 1$ - a força necessária para movimentar uma resistência é menor do que a resistência.
- $V_m < 1$ - a força necessária para movimentar uma resistência é maior do que a resistência

Alavancas de primeira classe

- Força e resistência aplicadas em lados opostos do eixo.
- No corpo humano - ação simultânea dos agonistas e antagonistas em lados opostos de uma articulação.
- A vantagem mecânica pode ser maior, menor ou igual a 1.

Alavancas de segunda classe

- Resistência aplicada entre o eixo e a força.
- No corpo humano - não existem exemplos análogos.
- A vantagem mecânica é sempre maior que 1, pois o braço de força é sempre maior que o braço de resistência.

Alavancas de terceira classe

- Força aplicada entre o eixo e a resistência.
- No corpo humano - a grande maioria das alavancas do corpo.
- A vantagem mecânica é sempre menor que 1, pois o braço de força é sempre menor que o braço de resistência.

Alavancas

A grande maioria das alavancas do corpo humano, por serem de terceira classe e apresentarem as inserções dos músculos próximas das articulações, apresentam baixo rendimento em termos de força.

Alavancas

Entretanto, um pequeno encurtamento do músculo possibilita uma grande amplitude de movimento na extremidade do segmento. Da mesma forma, uma velocidade de encurtamento do músculo relativamente baixa acarreta uma velocidade muito maior na extremidade do segmento.

