

# **BIOMECÂNICA**

**Cinética angular**

***Carlos Bolli Mota***

*bollimota@gmail.com*

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA**

**Laboratório de Biomecânica**

# CINÉTICA ANGULAR

## MOMENTO DE INÉRCIA

**Propriedade de um objeto em resistir às mudanças no seu movimento angular**

**É afetado pela massa do objeto e como esta está distribuída em relação ao eixo de rotação**

# CINÉTICA ANGULAR

## MOMENTO DE INÉRCIA

**Cada partícula fornece alguma resistência à mudança no movimento angular. Essa resistência é igual á massa da partícula vezes o quadrado da distância da partícula ao eixo de rotação.**

$$I = mr^2$$

Unidade: kg.m<sup>2</sup>

# CINÉTICA ANGULAR

## MOMENTO DE INÉRCIA

O momento de inércia de um objeto é dado pelo somatório dos momentos de inércia individuais de todas as partículas que o compõem.

$$I = \sum m_i r_i^2$$

Unidade: kg.m<sup>2</sup>

# CINÉTICA ANGULAR

## RAIO DE GIRAÇÃO

**Distância teórica do eixo de rotação onde toda a massa do objeto deveria estar concentrada para criar a mesma resistência à mudança no movimento angular que o objeto oferece no seu formato original.**

# CINÉTICA ANGULAR

## RAIO DE GIRAÇÃO

Portanto, o momento de inércia de um objeto é dado por:

$$I = mh^2$$

onde  $h$  é o raio de giração

# CINÉTICA ANGULAR

## EFEITO DA MASSA E SUA DISTRIBUIÇÃO

**A massa e a distribuição desta massa possuem efeitos diferentes sobre o momento de inércia**

$$I = mh^2$$

**dobrando a massa - dobra momento de inércia**

**dobrando o raio de giração - quadruplica o momento de inércia**

# CINÉTICA ANGULAR

## EFEITO DA MASSA E SUA DISTRIBUIÇÃO

**A distribuição da massa de um objeto é mais significativa para o momento de inércia do que a própria massa.**

**Para uma mesma massa, quanto mais afastada do eixo de rotação ela estiver distribuída (ou concentrada), maior o momento de inércia.**



# CINÉTICA ANGULAR

## MOMENTO DE INÉRCIA EM EIXOS DIFERENTES

**Dependendo do eixo em torno do qual um objeto gira, seu momento de inércia varia, apesar da massa ser a mesma.**

**O momento de inércia sempre é relativo a um eixo de rotação.**

# CINÉTICA ANGULAR

## MOMENTO DE INÉRCIA EM EIXOS DIFERENTES

**Um mesmo segmento corporal apresenta diferentes valores de momento de inércia dependendo do eixo em torno do qual gira.**

**antebraço**

**flexão-extensão - maior momento de inércia**

**pronação-supinação - menor momento de inércia**

# CINÉTICA ANGULAR

## MOMENTOS DE INÉRCIA DO CORPO HUMANO

**variação de posição dos eixos/segmentos**



**variação no momento de inércia no corpo humano**

# CINÉTICA ANGULAR

MANIPULANDO OS MOMENTOS DE INÉRCIA DO  
CORPO HUMANO



# CINÉTICA ANGULAR

## MOMENTO ANGULAR

**Pode ser definido como a quantidade de movimento angular de um corpo.**

**O momento angular de um corpo depende do seu momento de inércia e da sua velocidade angular.**

$$H = I \omega$$

Unidade:  $\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$

# CINÉTICA ANGULAR

## MOMENTO ANGULAR DO CORPO HUMANO



O momento angular de todo corpo é igual à soma dos momentos angulares de todos os segmentos corporais.

para não haver rotação do corpo:

**momento angular total = zero**

# CINÉTICA ANGULAR

## INTERPRETAÇÃO ANGULAR DA 1ª LEI DE NEWTON

**Princípio da conservação do momento angular**

**O momento angular de um objeto permanece constante a menos que um torque externo resultante seja exercido sobre ele.**

# CINÉTICA ANGULAR

## INTERPRETAÇÃO ANGULAR DA 1ª LEI DE NEWTON

$$H_i = I_i \omega_i = I_f \omega_f = H_f$$

A 1ª lei de Newton não requer que a velocidade angular seja constante, mas sim que o produto do momento de inércia pela velocidade angular seja constante, se não houver torques externos atuando.

↑ momento de inércia

↓ velocidade angular



momento angular  
constante

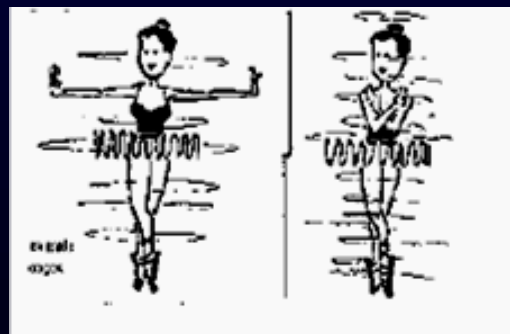


# CINÉTICA ANGULAR

## INTERPRETAÇÃO ANGULAR DA 1ª LEI DE NEWTON



**MOMENTO ANGULAR  
CONSTANTE**



maior  $I$  - menor  $\omega$

menor  $I$  - maior  $\omega$

# CINÉTICA ANGULAR

## INTERPRETAÇÃO ANGULAR DA 2ª LEI DE NEWTON

**Se um torque externo for exercido sobre um objeto, este irá sofrer uma aceleração angular no sentido deste torque e essa aceleração angular será diretamente proporcional ao torque e inversamente proporcional ao momento de inércia do objeto.**

$$\alpha = T / I \quad \text{ou} \quad T = I\alpha$$

# CINÉTICA ANGULAR

## INTERPRETAÇÃO ANGULAR DA 2ª LEI DE NEWTON

Para objeto com momento angular variável

Torque externo resultante é igual á taxa de variação do momento angular

$$\mathbf{T} = \Delta \mathbf{H} / \Delta t = (\mathbf{H}_f - \mathbf{H}_i) / \Delta t$$

# CINÉTICA ANGULAR

## INTERPRETAÇÃO ANGULAR DA 2ª LEI DE NEWTON

### MUDANÇA NO MOMENTO ANGULAR

- aumento ou diminuição da velocidade angular
- mudança na direção do eixo de rotação
- mudança no momento e inércia

# CINÉTICA ANGULAR

## INTERPRETAÇÃO ANGULAR DA 2ª LEI DE NEWTON

**A aceleração angular do objeto ou uma mudança no seu momento de inércia não necessariamente indica a presença de um torque externo resultante, pois o momento angular total do objeto pode permanecer constante mesmo se ele acelerar angularmente ou mudar seu momento de inércia**

# CINÉTICA ANGULAR

## INTERPRETAÇÃO ANGULAR DA 3ª LEI DE NEWTON

**Para cada torque exercido por um objeto sobre o outro, o segundo exerce sobre o primeiro um torque de igual magnitude mas no sentido oposto.**

**Os efeitos dos torques dependem dos momentos de inércia dos objetos.**

# CINÉTICA ANGULAR

## IMPULSO ANGULAR E MOMENTO ANGULAR

Impulso angular = mudança no momento angular

$$T = \Delta H / \Delta t = (H_f - H_i) / \Delta t$$

$$T \Delta t = \Delta H = (H_f - H_i)$$