

Robótica Médica:

TEMA 2: Modelagem Mecânica do corpo humano

Tarcísio Hess Coelho, Oswaldo Horikawa,
Arturo Forner Cordero

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECATRÔNICA E
SISTEMAS MECÂNICOS



ESCOLA
POLITÉCNICA
DA USP

ESTRUTURA DA AULA

1. Introdução

- Apresentação do curso
- Apresentação dos professores

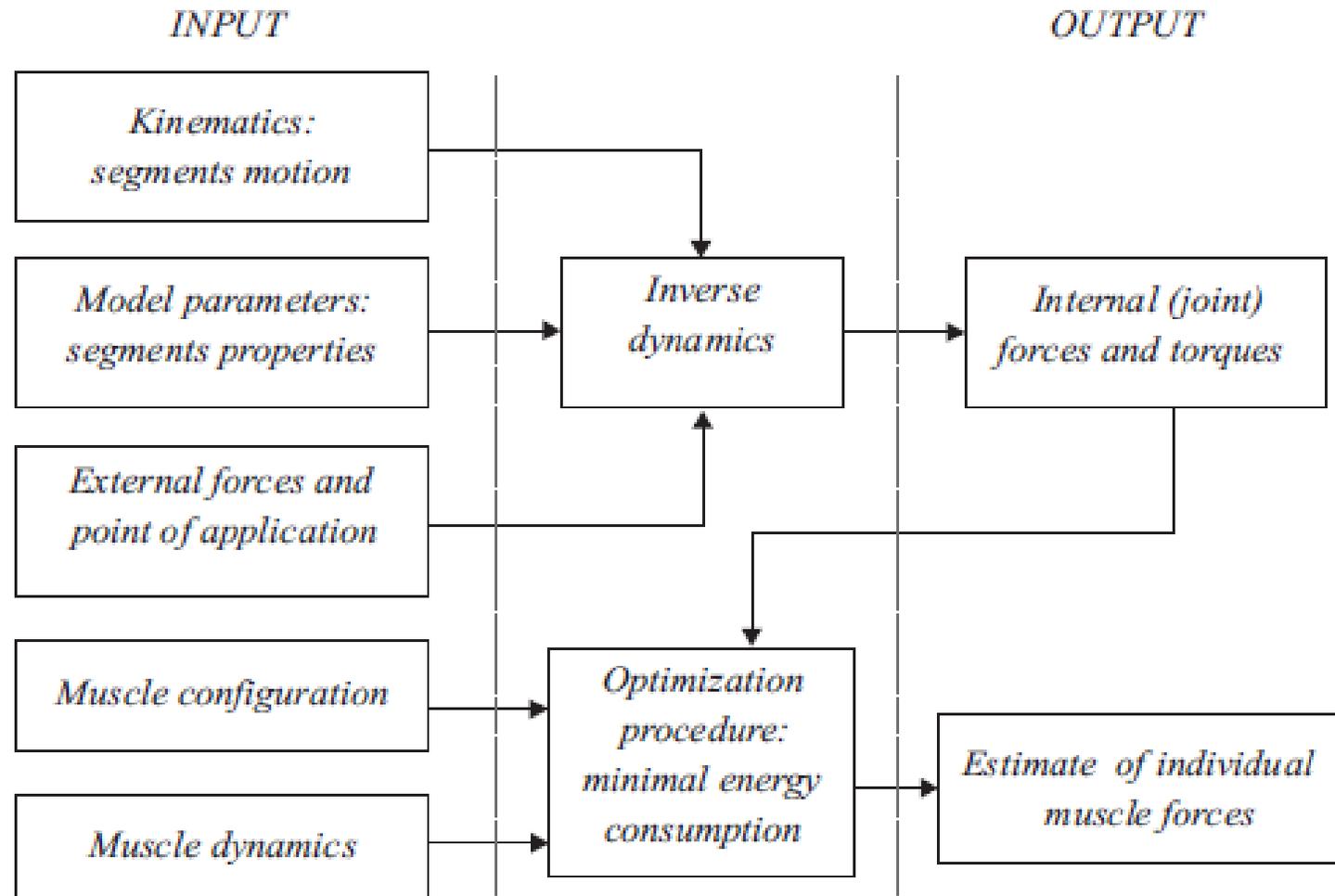
2. Robótica Médica. Generalidades

- Introdução à Robótica Médica
- Aplicações de Robótica Médica
- Desafios da Robótica Médica

3. Modelagem Mecânica do corpo humano

- Conceitos básicos de Anatomia
- Modelagem Mecânica

TEMA 2



Chapter 3. Kinematics and dynamics of wearable robots. A. Forner-Cordero et al. In: *Wearable Robots: Biomechatronic Exoskeletons*. Editor: J. L. Pons (2008) John Wiley & Sons, Ltd.

TEMA 2

Modelagem do movimento humano

- Dinâmica do sólido rígido

Descrição do movimento humano:

- Médica
- Técnica

Medição do movimento humano

Descrição do movimento do sólido

Dinâmica inversa e direta

Aplicação: Análise dinâmica inversa

1. MODELAGEM DO MOVIMENTO HUMANO

1.1. Estruturas do sistema motor

1.2. Suposições (assumptions)

1.3. Dinâmica do sólido rígido

Modelo de segmentos

ESTRUTURAS DO SISTEMA MOTOR

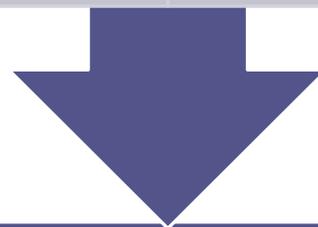
Estrutura anatômica

Tecidos alta rigidez

Ossos: esqueleto

Tecidos baixa rigidez

Orgãos, músculos



Sistema mecânico

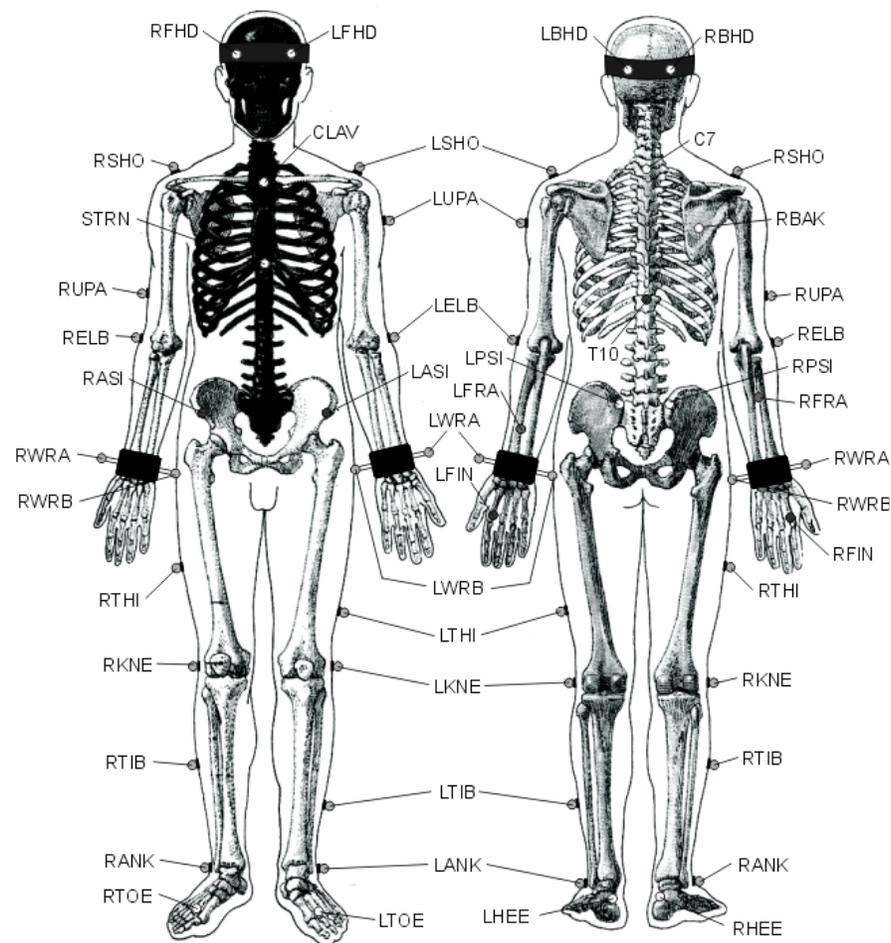
Segmentos

Articulações

Atuadores



MODELO BIOMECÂNICO



VICON. (OMG)
Plug-In-Gait

SUPOSIÇÕES

Modelagem biomecânica:

- Suposições:
 - Segmentos rígidos: ossos
 - Deformações: articulações
 - Sistema de corpos rígidos: *Linked system of rigid bodies*
- Deformações de tecidos:
 - Análise específico com Elementos Finitos
- Análise dinâmico inverso

DINÂMICA DO SÓLIDO RÍGIDO

Descrição do movimento: cinemática

Descrição das forças: dinâmica

Modelo segmentos ou elos:

- Como definir?
- Quê entradas são necessárias?
 - N° de segmentos
 - Dimensões dos segmentos
 - Parâmetros inerciais

MODELO DE SEGMENTOS

Sólidos rígidos

- Propriedades medidas do corpo humano:
 - Dimensões
 - Inerciais
- N° de segmentos
- N° graus de liberdade (GDL)

Descrição cinemática

- Marcadores

Dinâmica: Mecânica



MODELOS BIOMECÂNICOS

Modelo de segmentos e articulações

- Articulações do corpo humano
 - Tipos de articulações
- Os segmentos
 - Tipos de segmentos
- Erros do modelo

Medição do movimento

- Erros de medição

2. DESCRIÇÃO DO MOVIMENTO HUMANO

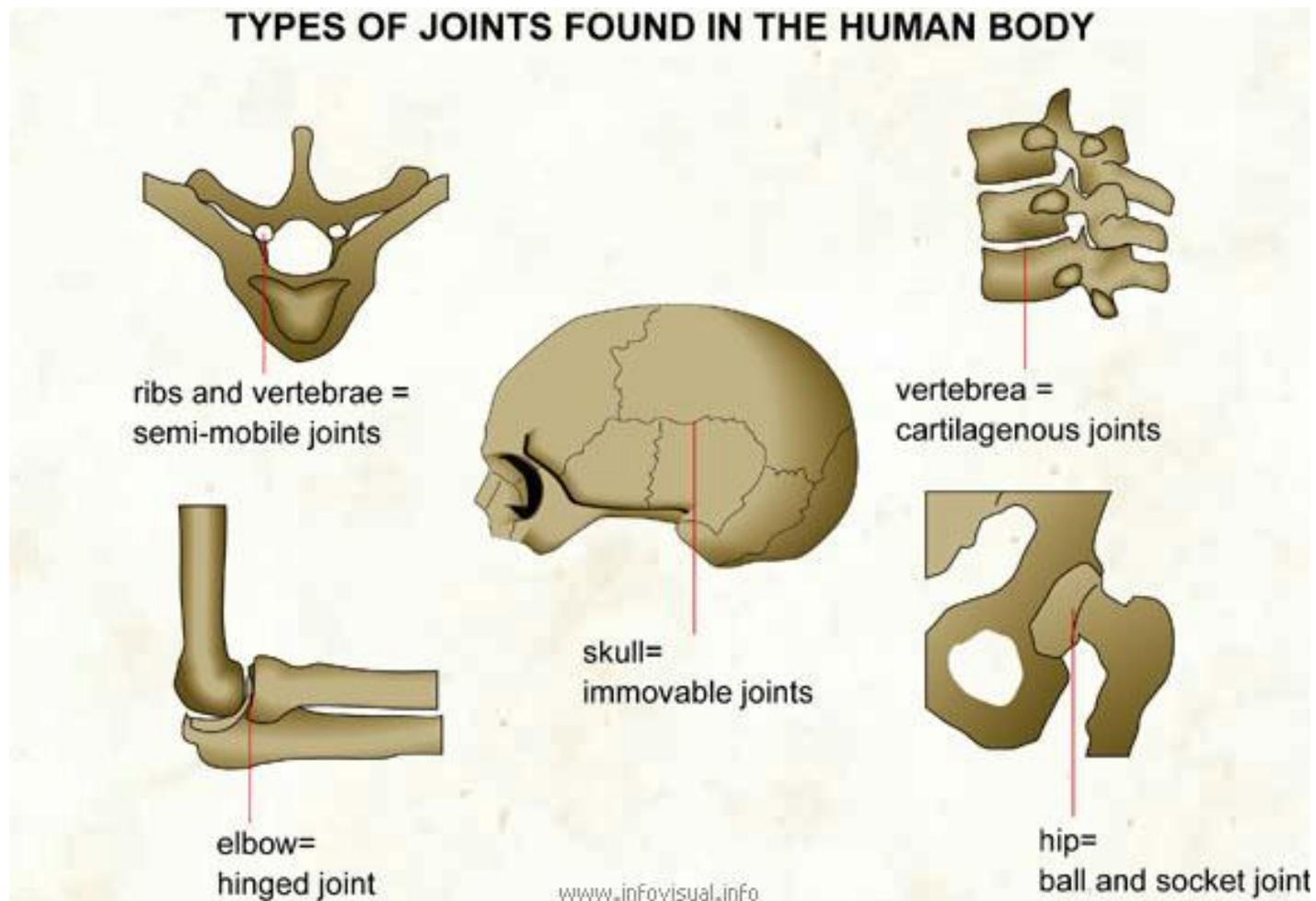
2.1. Descrição médica:

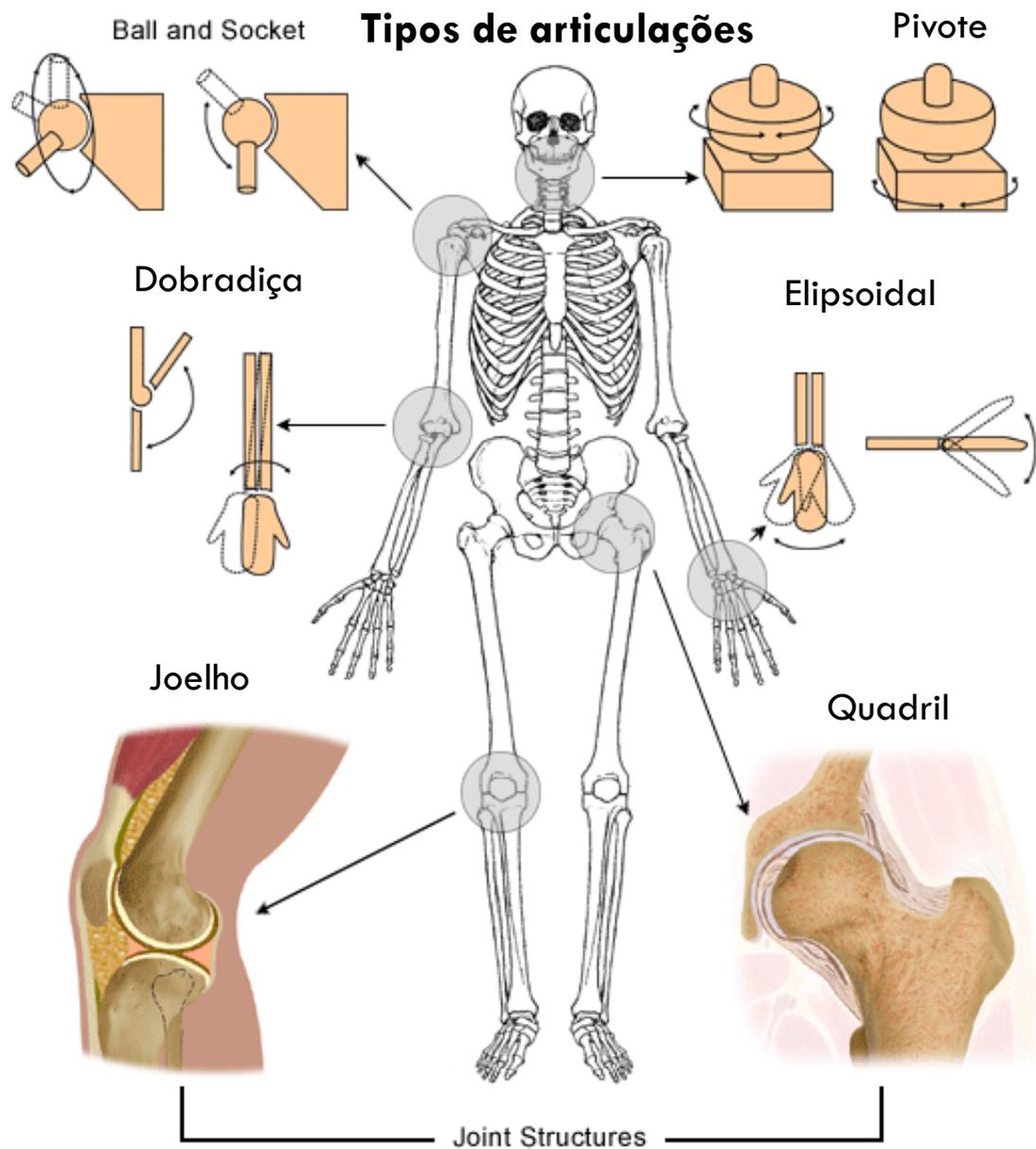
- Articulações
- Planos do movimento
- Movimentos

2.2. Descrição técnica:

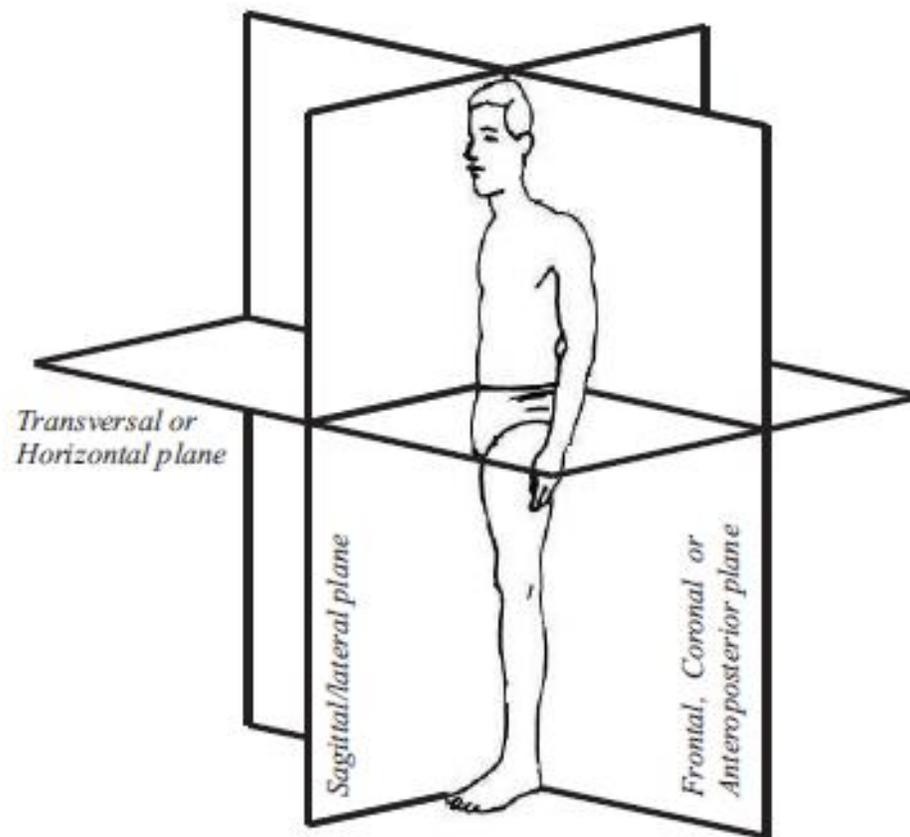
- Matriz de rotação + vector de traslação
- Angulos de Euler, helical axis, quaterniones
- Parâmetros de Denavit-Hartenberg

TIPOS DE ARTICULAÇÕES





PLANOS ANATÓMICOS



Chapter 3. Kinematics and dynamics of wearable robots. A. Forner-Cordero et al. In: *Wearable Robots: Biomechatronic Exoskeletons*. Editor: J. L. Pons (2008) John Wiley & Sons, Ltd.

PLANOS ANATÓMICOS

Plano frontal ou coronal:

- *Divide o corpo em partes anterior e posterior*

Plano transversal:

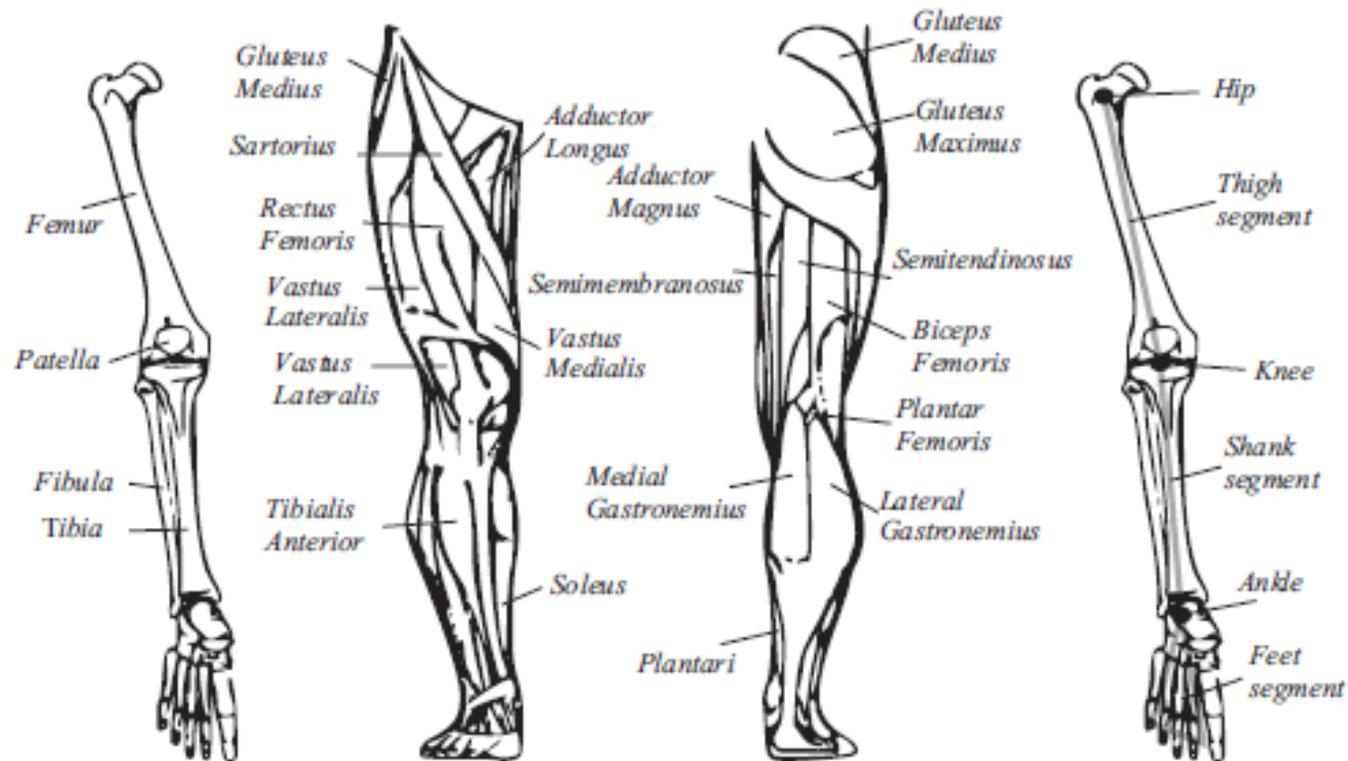
- *Divide o corpo em partes superior e inferior*

Plano sagital ou lateral:

- *Divide o corpo em partes direita e esquerda.*

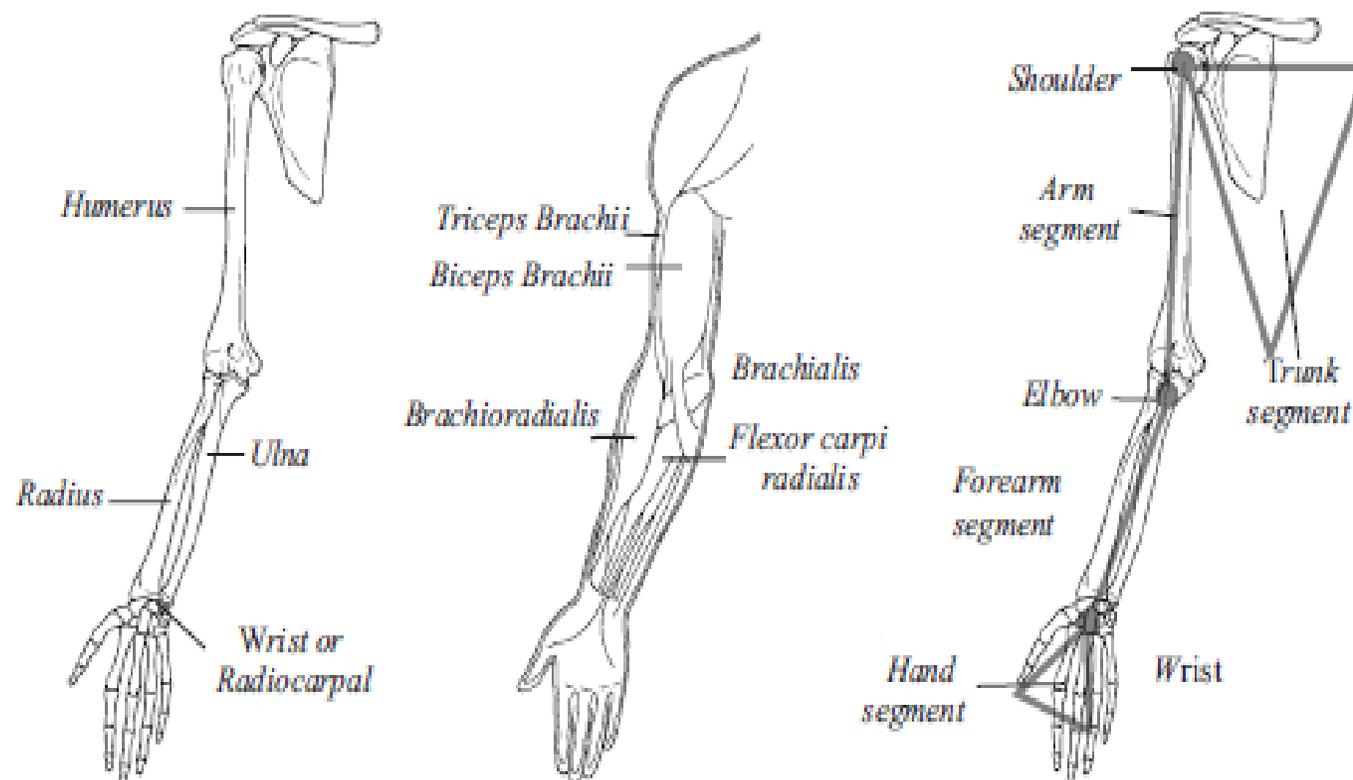
**DESCRIÇÃO
AMBIGUA**

ANATOMÍA DA PERNA



Chapter 3. Kinematics and dynamics of wearable robots. A. Forner-Cordero et al. In: Wearable Robots: Biomechatronic Exoskeletons. Editor: J. L. Pons (2008) John Wiley & Sons, Ltd.

ANATOMÍA DO BRAÇO E MODELO DE SEGMENTOS



Chapter 3. Kinematics and dynamics of wearable robots. A. Forner-Cordero et al. In: *Wearable Robots: Biomechatronic Exoskeletons*. Editor: J. L. Pons (2008) John Wiley & Sons, Ltd.

DESCRIÇÃO MÉDICA DO MOVIMENTO

Movimentos no plano sagital flexão-extensão:

- Flexão movimento que reduz o ângulo entre ossos ou segmentos corporais
 - Atividades de flexão só no plano sagital
 - Flexão do tornozelo ou pê: flexão plantar
- Extensão movimento que aumenta o ângulo entre ossos ou segmentos corporais
 - Extensão do tornozelo ou pê: flexão dorsal ou dorsiflexão

DESCRIÇÃO MÉDICA DO MOVIMENTO

Movimento no plano coronal:

abdução-addução:

Abdução movimento do membro corporal para fora do plano medial do corpo; (*ab* -> *fora*)

Adução movimento do membro corporal para dentro do plano medial do corpo;

- Oposto a abdução.

DESCRIÇÃO MÉDICA DO MOVIMENTO

Supinação-pronação:

- Supinação rotação do antebraço para que a palma da mão seja anterior (palma para cima).
- Pronação rotação do antebraço para que a palma da mão seja posterior (palma para baixo).

Rotação, interna ou externa, movimento de uma articulação ao redor do eixo longo do segmento de maneira circular.

Circumducção, movimento circular que combina uma sequencia de flexão, abducção, extensão e adducção, p.e. ombro.

DESCRIÇÃO MÉDICA DO MOVIMENTO

Orientada a avaliação patológica

Ambiguidade:

- Movimento em muitos eixos
- Combinação de rotações
- Sem regras claras para a ordem das rotações
- Os eixos rotam com o movimento?
 - Flexão de cotovelo com o ombro em abdução...

CONCLUSÃO: Esta descrição do movimento é
CONFUSA (para o engenheiro...)

DESCRIÇÃO TÉCNICA DO MOVIMENTO: CINEMÁTICA

Metodos para descrição cinemática do corpo

Metodos heurísticos

Denavit-Hartenberg

Metodos de descrição dos angulos:

- Descrição médica
- Descrições técnicas:
 - Euler
 - Helical Axis
 - Quaternions

BIBLIOGRAFIA

1. Robótica Médica. Consorcio Opensurg. Cyted. 2013.
(<http://roboticamedica.umh.es>)
2. Introduction to Robotics, J.J. Craig. Pearson. 2005. 3rd Edition.
- 3. Wearable Robots: Biomechatronic Exoskeletons. Editor: J. L. Pons (2008) John Wiley & Sons, Ltd.**
Chapter 3. Kinematics and dynamics of wearable robots. A. Forner-Cordero, J.L. Pons, E.A. Turowska.

Artigos da literatura especializada / papers