

# **Aula 7 - Órteses e Próteses**

**Prof. Daniel Boari Coelho**

**E-mail: [daniel.boari@ufabc.edu.br](mailto:daniel.boari@ufabc.edu.br)**

**Universidade Federal do ABC**  
**Princípios de Reabilitação e Tecnologias Assistivas**

**3º Quadrimestre de 2018**



Universidade Federal do ABC

- ✓ Órteses
  - ✓ Materiais
  - ✓ Classificação
  - ✓ Fabricação
  
- ✓ Próteses
  - ✓ Classificação
  - ✓ Componentes
  - ✓ Fabricação
  - ✓ Membro Superior
  - ✓ Membro Inferior

Cooper, c. 12 e 13  
Ministério da Saúde, Confecção e Manutenção de OPM

Órteses são dispositivos externos destinados a corrigir ou melhorar a função do corpo.

## Função

- ✓ Imobilizar uma articulação ou um segmento do corpo;
- ✓ Limitar movimentos indesejáveis;
- ✓ Controlar a motricidade;
- ✓ Auxiliar o movimento;
- ✓ Reduzir a força de sustentação de peso;
- ✓ Prevenir a instalação de deformidades;
- ✓ Reduzir a dor pela imobilização.

## Órteses: materiais utilizados

- ✓ Metais (ferro, aço cromado, aço inox, alumínio e titânio);
- ✓ Termoplásticos (polivinil carbonato/PVC, polietileno, polipropileno, resinas);
- ✓ Fibras (vidro e carbono);
- ✓ Couro, espumas, borracha, cortiça e silicone;
- ✓ Tecidos sintéticos, lona e velcro.
- ✓ Manufatura aditiva: acrilonitrila butadieno estireno (ABS), poliácido láctico (PLA), elastômero e cera de fundição

### Termoplásticos

- ✓ Podem ser fundidos facilmente com o calor e endurecidos novamente com o resfriamento a temperatura ambiente. Podem ser reprocessados várias vezes, mas obviamente, perdem propriedades a cada reciclagem podendo também degradar devido ao alto número de re-ciclos.
- ✓ São denominados como:
  - ✓ de baixa temperatura: são mais usados para moldar órteses / splints para membros superiores. Exemplos: aquaplast, polyform, orthoplast, polysar, plastazote.
  - ✓ de alta temperatura: são mais resistentes. Exemplos: acrílico, polietileno, polipropileno, policarbonato, PVC (Polyvinyl chloride), PVA (Polyvinyl alcohol), Polyvinyl acetate.

### Termorrígidos

- ✓ São plásticos mais resistentes, seus componentes apresentam maior possibilidade de fenômenos alérgicos à pele humana. Exemplos: polyesters, epoxies. São menos usados nas confecções de órteses do que os Termoplásticos

### Quanto a utilização

- ✓ Estática ou rígida: não possui partes móveis, não permitindo movimentos articulares;
- ✓ Dinâmica ou funcional: possui partes móveis; movimento realizado por elástico, polias ou motores;

### Quanto a confecção

- ✓ Pré-fabricada: baixo custo, praticidade, nem sempre atende a necessidade;
- ✓ Sob medida: alto custo, boa adaptação, indicação específica.

## Para a Coluna Vertebral

- ✓ HCO - Head Cervical Orthoses - contato com a cabeça e região cervical.
- ✓ CO - Cervical Orthoses - contato com a região cervical.
- ✓ HCTO - Head Cervical Thoracic Orthoses - contato com a cabeça, região cervical e torácica.
- ✓ CTO - Cervical Thoracic Orthoses - contato com a região cervical e torácica.
- ✓ CTLO - Cervical Thoracic Lumbar Orthoses - contato com a região cervical, torácica e lombar
- ✓ CTLSO Cervical Thoracic Lumbar Sacral Orthoses - contato com a região cervical, torácica, lombar e sacra.
- ✓ TO - Thoracic Orthoses - contato com a região torácica.
- ✓ TLO - Thoracic Lumbar Orthoses - contato com a região torácica e lombar.
- ✓ TLSO - Thoracic Lumbar Sacral Orthoses - contato com a região torácica, lombar e sacra.
- ✓ LSO - Lumbar Sacral Orthoses - contato com região lombar e sacra.
- ✓ HCTLISO - Head Cervical Thoracic Lumbar Sacral Orthoses - contato com a cabeça, e região cervical, torácica, lombar e sacra.
- ✓ SIO - Sacroiliac Orthoses - contato na região sacra e ilíaca.

## Para Membros Inferiores

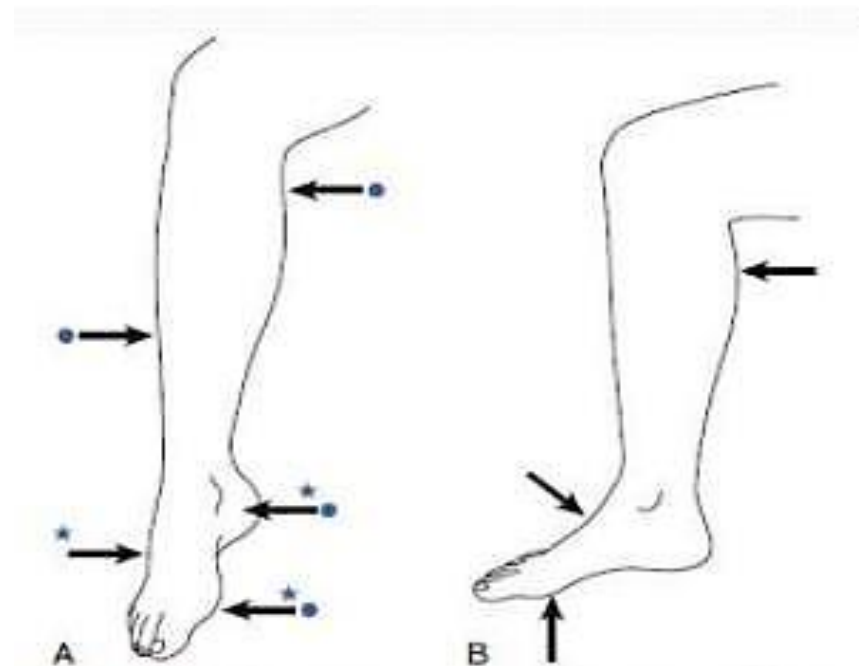
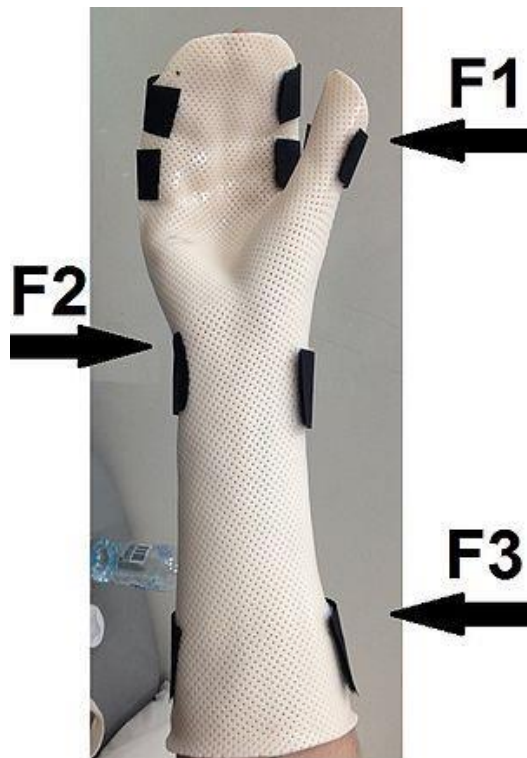
- ✓ FO - foot orthosis - Órtese de pé
- ✓ AFO - Ankle foot orthosis - Órtese de tornozelo e pé (**Órtese Suropodálica**)
- ✓ AO - Ankle orthosis - Órtese de tornozelo
- ✓ KO - Knee orthosis - Órtese de joelho
- ✓ KAFO - Knee Ankle foot orthosis - Órtese de joelho, tornozelo e pé (**Órtese Cruropodálica**)
- ✓ HO - Hip Orthosis - Órtese de quadril
- ✓ HKAFO - Hip Knee Ankle Foot Orthosis - Órtese de quadril, joelho, tornozelo e pé
- ✓ THKAFO - Thunk hip knee ankle foot orthosis - Órtese de tronco, quadril, joelho, tornozelo e pé



## Para Membros Superiores

- ✓ HO - Hand orthosis - Órtese de mão
- ✓ WO - Wrist orthosis - Órtese de punho
- ✓ WHO - Wrist Hand Orthosis - Órtese de punho e mão
- ✓ EO - Elbow Orthosis - Órtese de cotovelo
- ✓ EWHO - Elbow Wrist Hand Orthosis - Órtese de cotovelo, punho e mão
- ✓ SO - Shoulder Orthosis - Órtese de ombro

**Três pontos de pressão:** força atuando perto da articulação afetada, oposta por duas forças, uma proximal e outra distal a articulação, para estabilizá-la.



**FIGURE 15-15** Three-point system control of equinovarus deformity: **A**, Control of varus rotational component at the foot (stars) and subtalar joint (dots). **B**, Control of equinus deformity. (Modified from Marx HW. Lower limb orthotic designs for the spastic hemiplegic patient, *Orthot Prosthet* 28:14, 1974.)

### **Força de reação ao solo:**

- ✓ A força de reação ao solo, ou força gerado pelo solo no paciente devido a gravidade e aceleração do corpo, é importante para controlar o movimento articular.
- ✓ Quando há o contato do pé com o solo durante a marcha, produz um momento de força sobre cada articulação do membro inferior. Dependendo da linha de atuação da força, o momento pode ser de flexão, extensão ou através do centro articular (não gerando momento).

## **Pressão**

- ✓ Em geral, é benéfico distribuir a força que a órtese aplica no corpo sobre uma grande área.
- ✓ Por exemplo, uma AFO com molde de plástico pré-fabricado deveria ser mais confortável do que uma AFO com haste de metal. Entretanto, há contraindicações em casos de edema.

## **Tensão de cisalhamento**

- ✓ Importante minimizar a tensão de cisalhamento na interface da órtese com o paciente.
- ✓ Pode ser reduzida por um design ótimo, alinhamento da órtese, ou o uso de estofamento elástico.

## Deformação

- ✓ Mudança da forma de um material exposto à tensão.
- ✓ Ocorre em segundos ou semanas, dependendo da rigidez ou viscosidade do material.
- ✓ Ocorre em músculos ou tecidos: crítico para o dimensionamento da órtese.

<https://www.youtube.com/watch?v=cweCBaGC8wE>

- ✓ Uma das grandes dificuldades é durante a fase de transferência da marcha quando um dos membros deve ser projetado anteriormente.
- ✓ RGO: permite o avanço do membro simplesmente com a descarga do peso do corpo sobre o lado contralateral.
- ✓ O cabo de reciprocação funciona como um pistão. Passa na região posterior da bacia e é conectado nas duas articulações dos quadris. Tendo transferido o peso do corpo sobre um dos membros inferiores, o outro é automaticamente projetado para a frente.
- ✓ ARGO (Advanced Reciprocating Gait Orthosis)

- ✓ No ato de sentar, o pistão age como amortecedor, evitando um sentar brusco.
- ✓ No ato de levantar, atua como um impulsor, principalmente nos últimos 10 graus de extensão dos joelhos.

Método convencional

<https://www.youtube.com/watch?v=xZtrOV22Kfw>

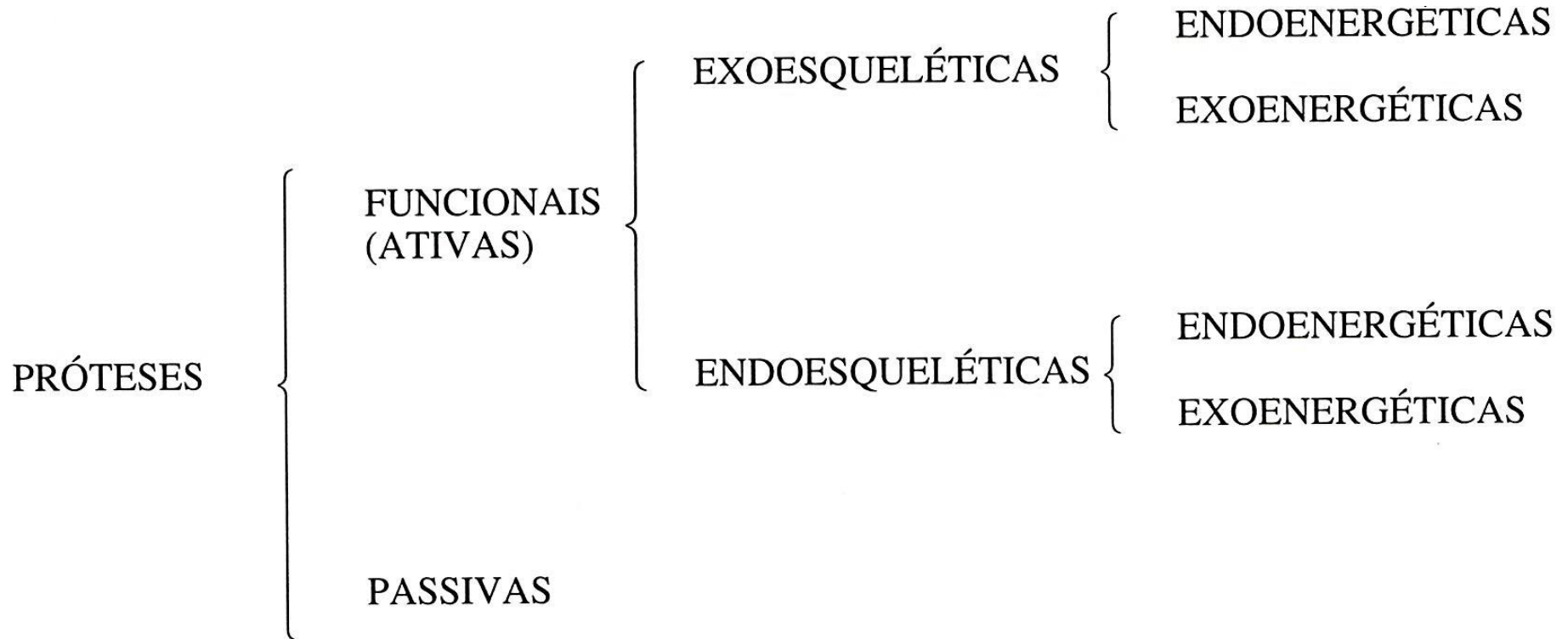
Método digitalização tridimensional



São dispositivos destinados a complementar a ausência de um membro ou parte dele

- ✓ Substituir a função e composição
- ✓ Sustentação corporal
- ✓ Estética





<b>Tipo</b>	<b>Características</b>
Passivas	Cosmese Ausência de função propulsora
Exoesquelética	Exterior é confeccionado de material rígido (laminado plástico, polipropileno, poliuretano, fibra de carbono) Má cosmese
Endoesquelética	Boa cosmese Necessidade de limpeza periódica
Endoenergéticas	Mecânica ou de propulsão muscular Peso reduzido, fabricação simples, baixo custo Conservação do tônus muscular Aparecimento de algias e alterações posturais
Exoenergéticas	Propulsão artificial: pneumáticas, elétricas ou miolétricas Pouca força, forte preensão Alto custo, danos mecânicos frequentes Peso elevado

# Próteses: classificação da amputação

## LOCAIS DE AMPUTAÇÃO

Desarticulação interescapulotorácica

Desarticulação do ombro

Amputação transumeral

Desarticulação do cotovelo

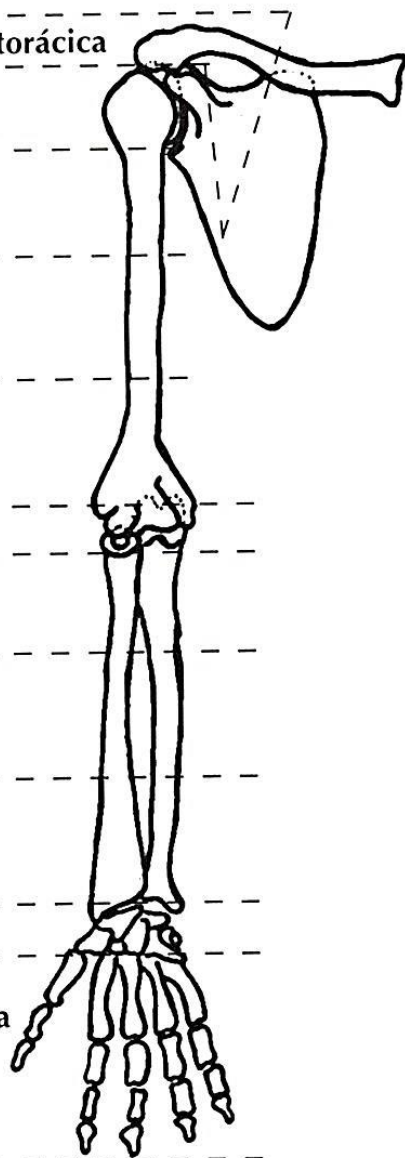
Amputação transradial

Desarticulação de punho

Amputação transmetacárpica

Ressecção de raios

Amputação de dedos



- ✓ A classificação da amputação é baseada no local que a amputação foi realizada.
- ✓ Quando ocorre no meio do osso, a amputação é considerada transversa.
- ✓ Quando a amputação ocorre ao longo de uma articulação, a amputação é chamada de desarticulação.

## Próteses: componentes

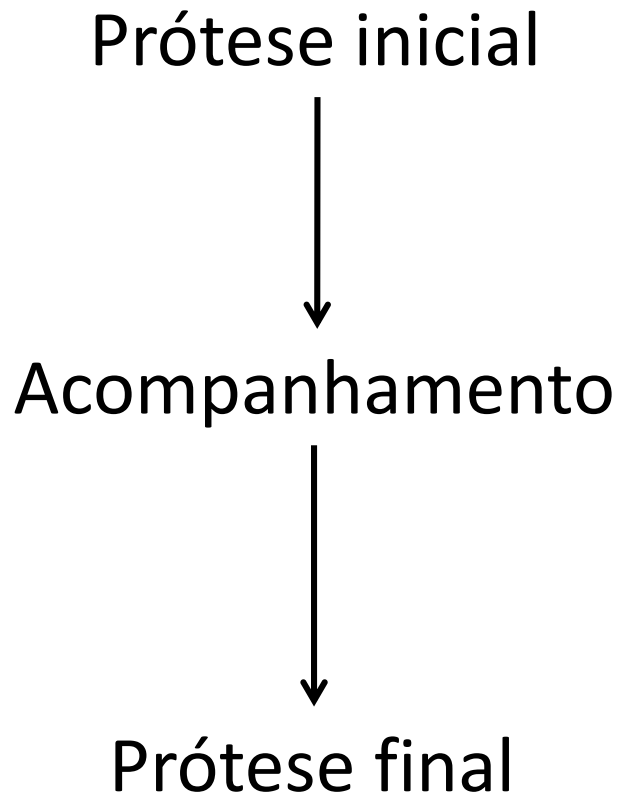
- ✓ Soquetes e liners
- ✓ Cabos e correias
- ✓ Sistemas de controle
- ✓ Articulações
- ✓ Tubos de conexão
- ✓ Dispositivo terminal (Mão protética, gancho, pé)

- ✓ Principal componente de uma prótese.
- ✓ Elo entre coto e prótese.
- ✓ Funções:
  - ✓ Englobar volume do coto (contato total) sem dificultar a circulação sanguínea;
  - ✓ Fixar a prótese ao coto;
  - ✓ Transmitir forças e controlar movimentos.
- ✓ Diferentes tipo para cada nível de amputação.
- ✓ Pontos de pressão para fixação, descarga de peso e suspensão das próteses → criteriosamente definidos e ajustados em cada caso, para evitar ferimentos, formação de cinturões de tecidos moles no bordo dos encaixes e movimentos de pistoneamento entre coto e encaixe.
- ✓ Alteração de volume no coto → reajuste ou troca do encaixe.



- ✓ “Segunda pele”
- ✓ Protege e amortece áreas delicadas e sensíveis à pressão
- ✓ Conecta o membro residual à prótese
- ✓ Silicone

[https://www.youtube.com/watch?v=Xjk\\_Or7GLmA](https://www.youtube.com/watch?v=Xjk_Or7GLmA)



- ✓ Molde do soquete
- ✓ Fabricação da prótese de teste
  
- ✓ Alinhamento
- ✓ Treinamento
- ✓ Adaptação
  
- ✓ Fabricação da prótese definitiva
- ✓ Cosmese



## Material

- ✓ Termoplásticos (polipropileno, surlyn)
- ✓ Resina plástica
- ✓ Fibra de carbono
- ✓ Nylon

Parede simples ou dupla

## Próteses: fabricação convencional do soquete

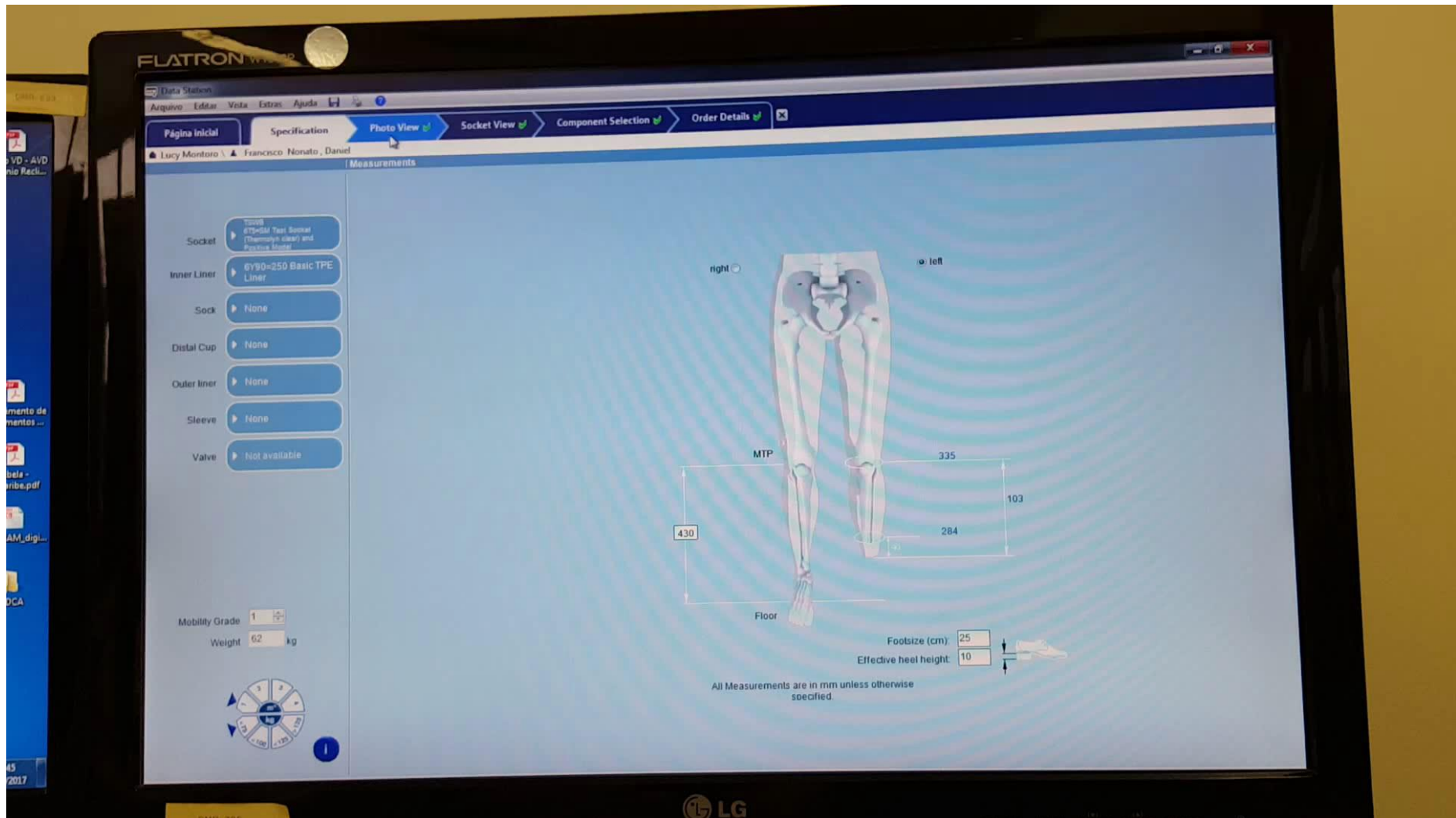
- ✓ Molde positivo
- ✓ Molde positivo modificado: a partir de áreas sensíveis
- ✓ Soquete de diagnóstico: polipropileno
- ✓ Soquete final: resina acrílica rígida



<https://www.youtube.com/watch?v=XrgXys3NLY4>



# Próteses: fabricação CAD/CAM do soquete



- ✓ Alinhamento estático
- ✓ Alinhamento dinâmico

<https://www.youtube.com/watch?v=RqIQ6knsVhs>

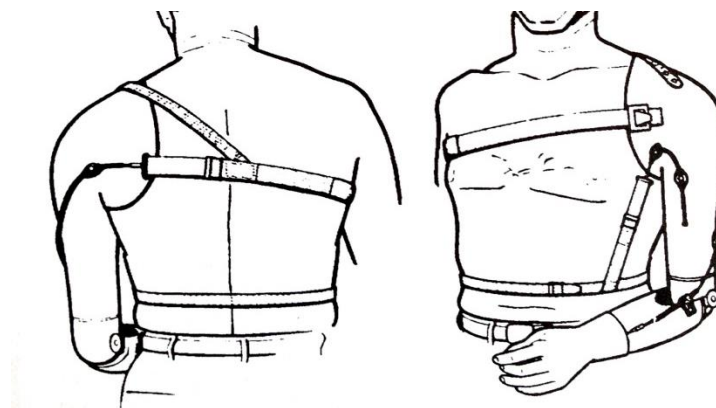
[https://www.youtube.com/watch?v=rbfj\\_XqzSR8](https://www.youtube.com/watch?v=rbfj_XqzSR8)

<http://www.artlimb.com/more-details/lower-limb-articles/prosthetic-alignment-part3/>

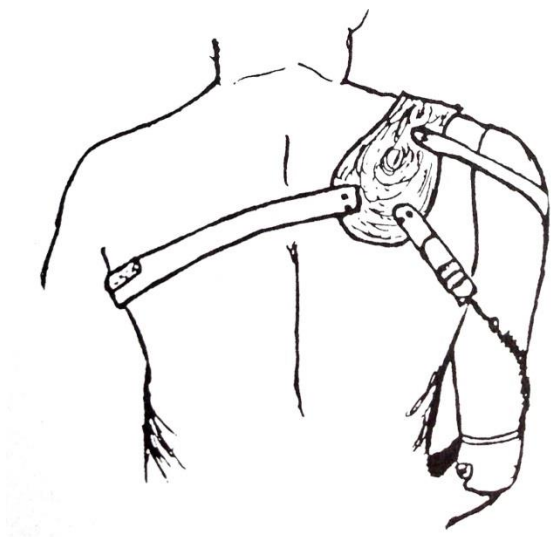
<http://www.artlimb.com/more-details/lower-limb-articles/prosthetic-alignment-part-4-joints/>

## Próteses: desarticulação do ombro

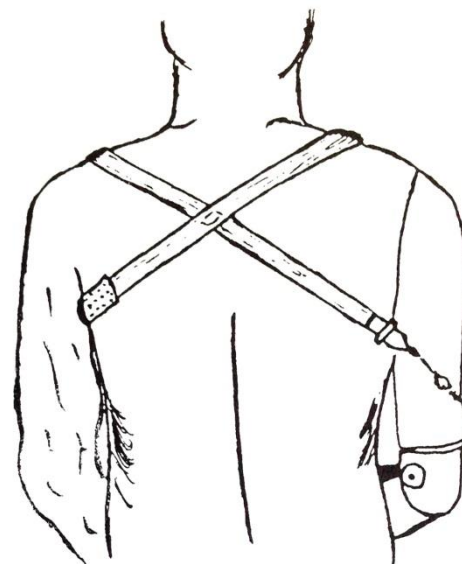
Sistema de correias em faixa torácica e abdominal para prótese funcional como monobloco sem articulação do ombro

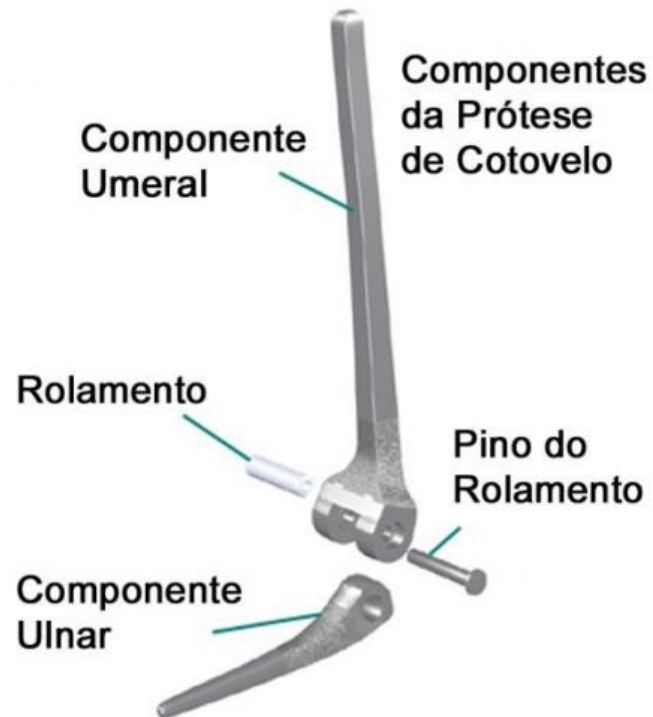


Mecanismo de suspensão por “sela de ombro”



Mecanismo de suspensão por correia em 8





Movimento articular?





Rosca universal

Mecanismo:

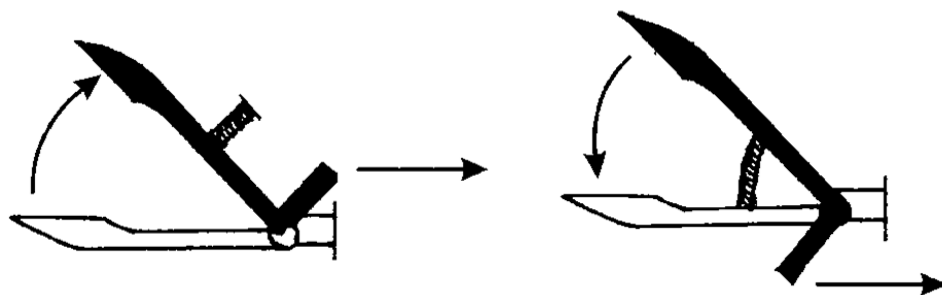
- ✓ Bloqueio
- ✓ Rotação
- ✓ Flexão de 30°



## Próteses: mão protética



- ✓ Passiva
- ✓ Funcional:
  - ✓ Funcionamento tridigital:  
polegar x indicador e médio
  - ✓ Abertura voluntária
  - ✓ Fechamento voluntário



## Próteses: gancho

- ✓ Abertura ou Fechamento voluntário
- ✓ Com ou sem trava de posicionamento
- ✓ Trabalhos leves ou pesados
- ✓ Sistema endo ou exoenergéticos



Conjunto responsável pelo funcionamento do dispositivo terminal nas próteses endoenergéticas (mecânicas ou propulsão muscular) quando submetido a tensão.

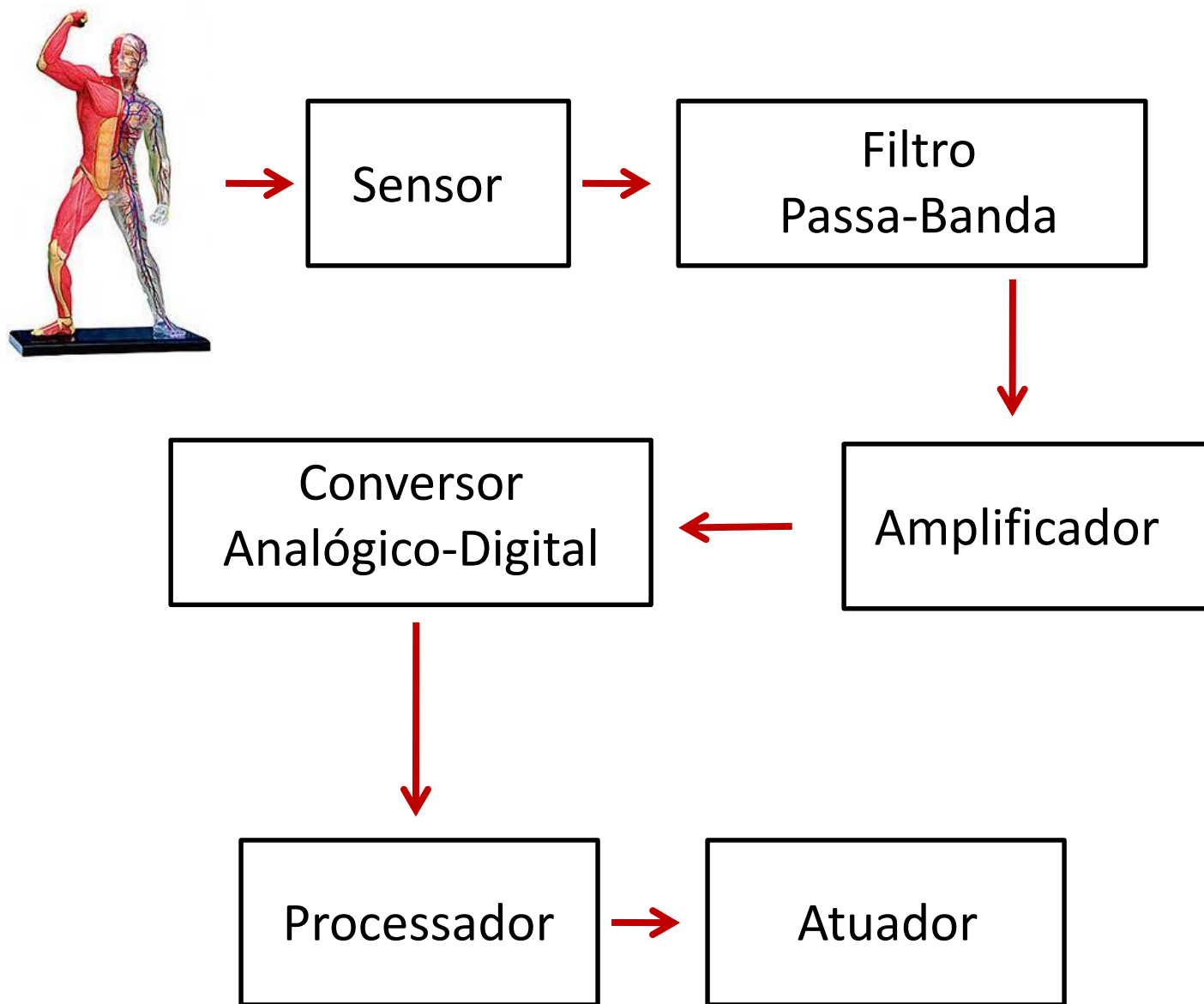
Manobras:

- ✓ Inspiração
- ✓ Elevação do ombro
- ✓ Abdução das escápulas

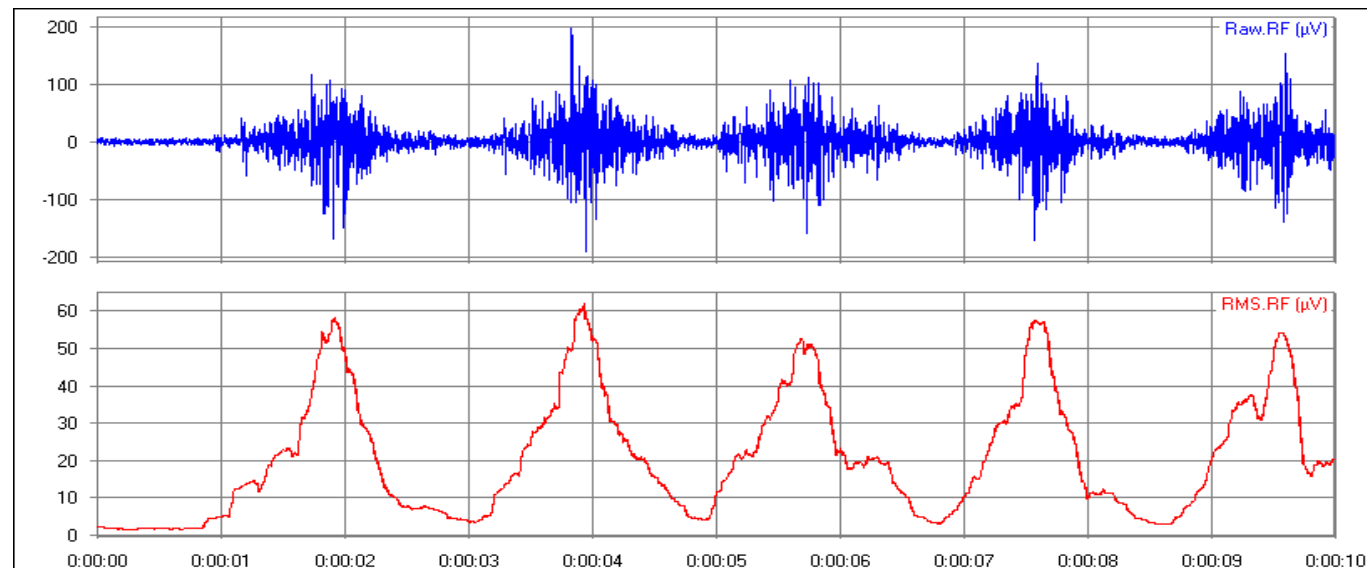
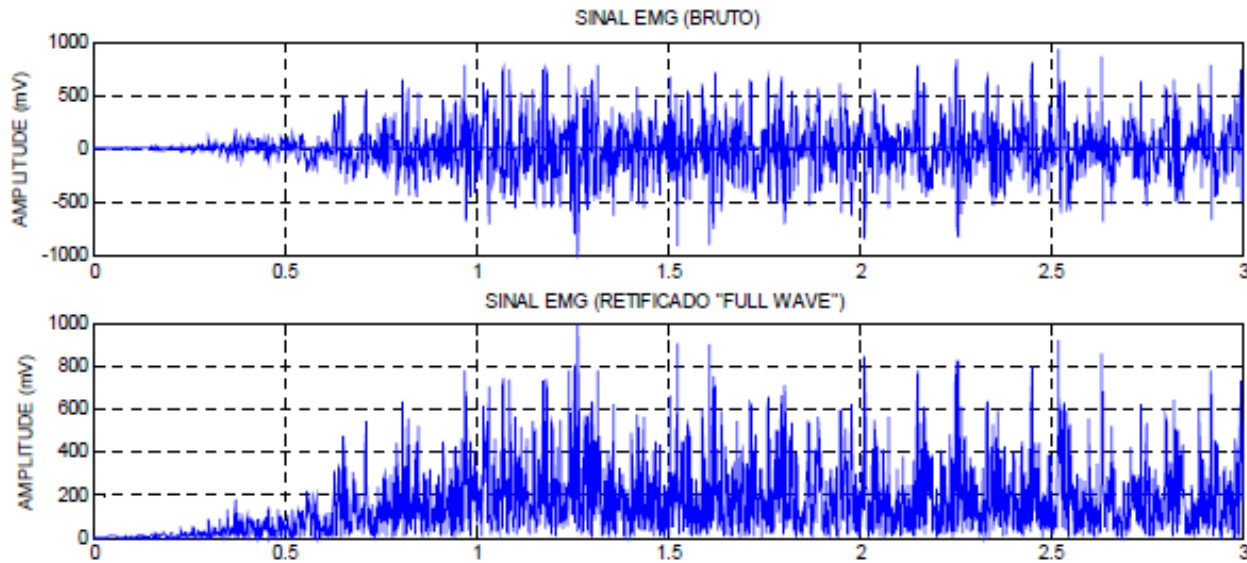
- ✓ Pneumáticas
- ✓ Elétricas
- ✓ Mioelétricas:
  - ✓ Eletrodo de superfície
  - ✓ Eletrodo implantado
- ✓ Híbridas: Dispositivo terminal funciona com após o disparo do mecanismo energético (tipo interruptor), com um mínimo de força muscular

- ✓ Sinal eletromiográfico:
  - ✓ Potencial de ação viaja pelo motoneurônio
  - ✓ Ativa todas as fibras musculares por ele inervadas
  - ✓ Movimentação iônica através da membrana
  - ✓ Produz um campo eletromagnético
  - ✓ Soma algébrica de todos os potenciais de ação da unidade motora

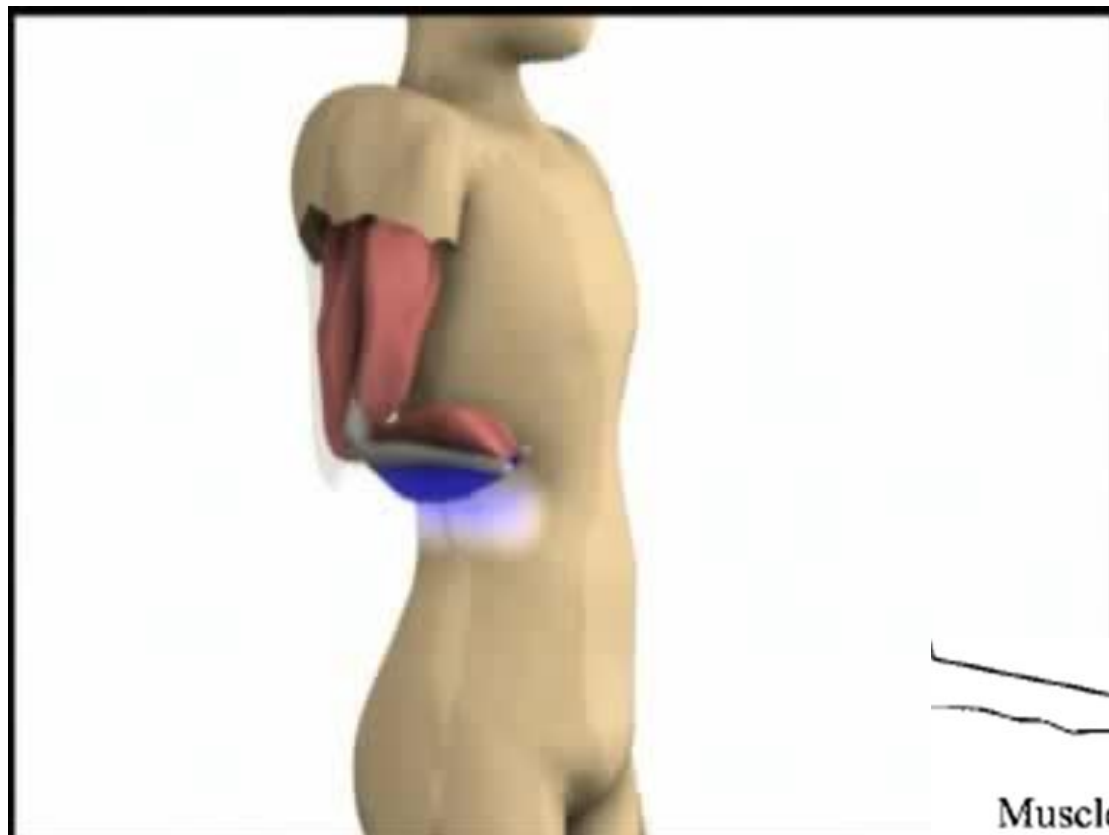
# Próteses: eletromiografia de superfície



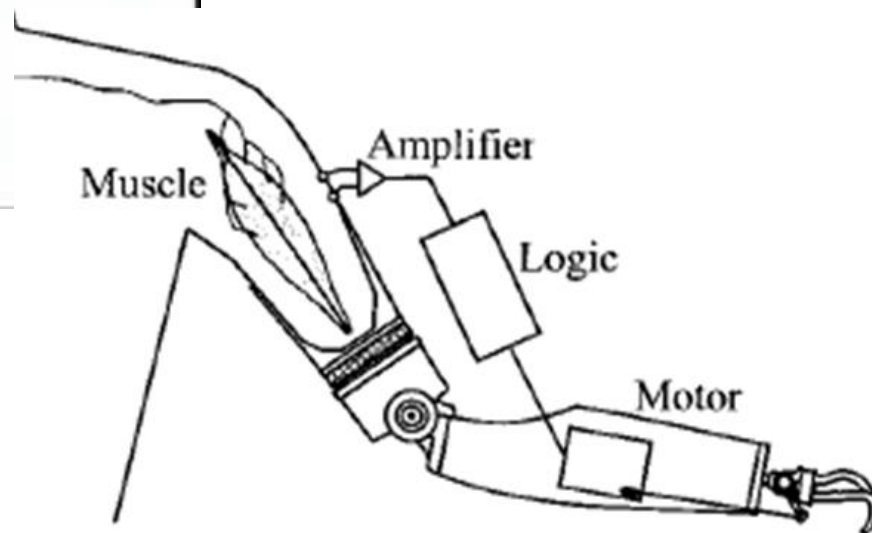
# Próteses: eletromiografia de superfície



## Próteses: prótese mioelétrica



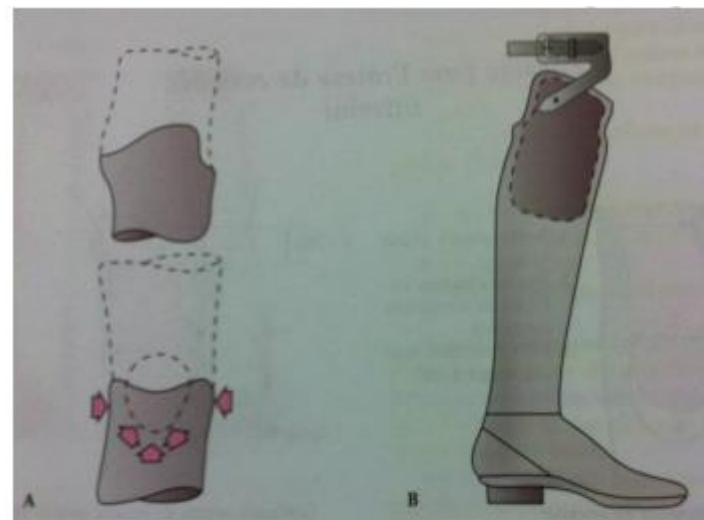
- ✓ Alto custo
- ✓ Identificação do local de maior contração muscular
- ✓ Exigem treinamento (Biofeedback) e adaptação





### Amputação transtibial

- ✓ PTB (Patellar Tendon Bearing):
  - ✓ Descarga de peso feita sobre o tendão patelar.
  - ✓ A suspensão da prótese é feita através de uma correia supracondiliana, que envolve a perna de forma circular pouco acima do joelho.
  - ✓ O bordo proximal do encaixe termina ao nível do centro do joelho.
  - ✓ Desvantagem: estrangulamento da região acima do joelho.



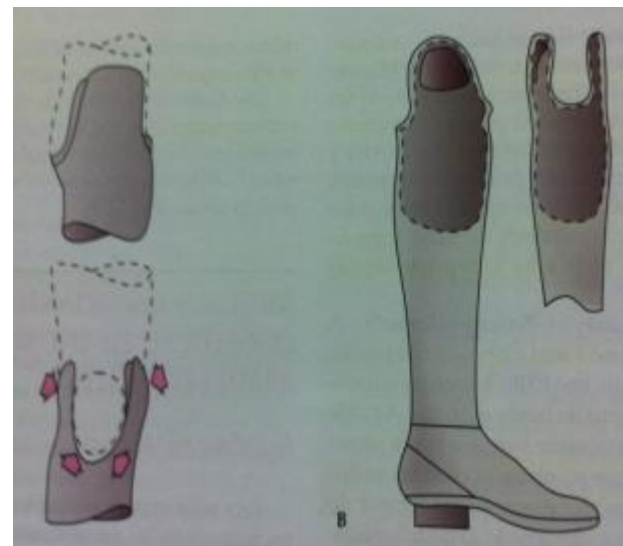
### Amputação transtibial

- ✓ PTS (Prothese Tibiale Supracondylienne)
  - ✓ Utilizado em pacientes com coto curto.
  - ✓ Envolvimento total da patela.
  - ✓ Esteticamente é pior que a KBM, pois a borda ântero-superior fica extremamente saliente com joelho flexionado.
  - ✓ Exerce pressão sobre o quadríceps.



### Amputação transtibial

- ✓ KBM (Kondylen Bettung Munster)
- ✓ É o mais utilizado, pois a patela fica livre e esteticamente não produz saliência.
- ✓ Descarga de peso sobre o tendão infrapatelar.
- ✓ Bordo com 2 “orelhas” que envolvem os côndilos femorais.

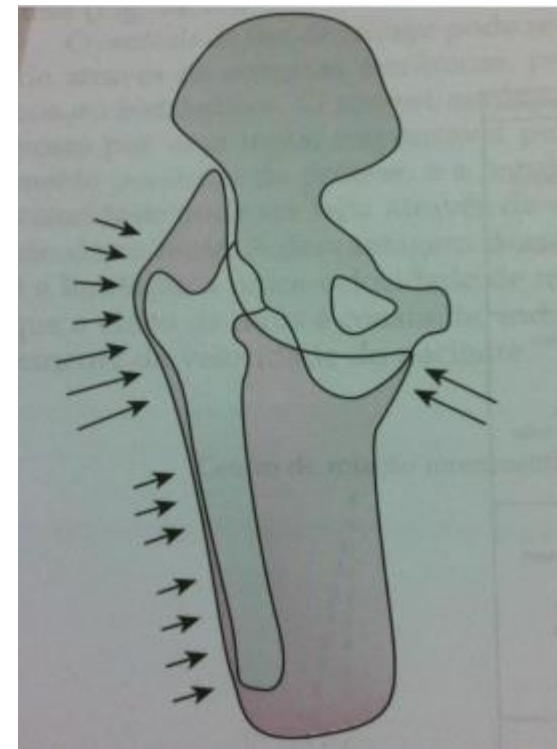


### Amputação transfemural

- ✓ Encaixe quadrilateral
  - ✓ É mais antigo e utilizado em pacientes com músculos flácidos ou em cotos curtos, a descarga de peso é feita sobre o ísquio.
  - ✓ Descarga de peso quase totalmente na tuberosidade isquiática.
  - ✓ Deve proporcionar contato total.

### Amputação transfemural

- ✓ Encaixe CAT-CAM (Contenção Isquiática)
  - ✓ É indicado para a maioria dos pacientes, pois fica bem adaptado e a descarga de peso é distribuída entre o ísquio e a musculatura da região glútea.
  - ✓ Este tipo de encaixe permite maior conforto e melhor função.
  - ✓ Tuberosidade isquiática contida aproximadamente 3 a 4cm dentro do encaixe.
  - ✓ Centro da articulação no centro do encaixe.



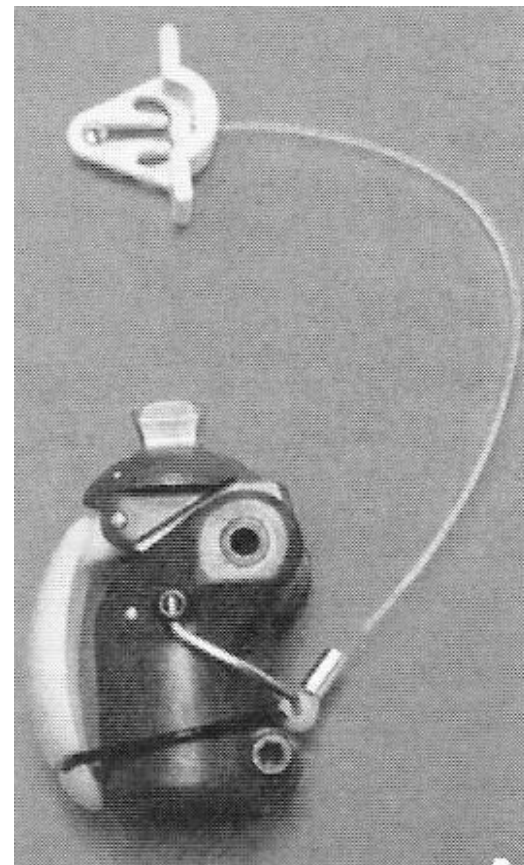
## Próteses: tipos de joelho

- ✓ Função: proporcionar estabilidade na fase de apoio e controle na fase de balanço durante a marcha.
- ✓ Controle realizado por meio de ajustes mecânicos ou por microprocessador.
- ✓ Tipos de travas:
  - ✓ Livre;
  - ✓ Com trava manual;
  - ✓ Com fricção;
  - ✓ Autofreio;
  - ✓ Policêntricos;
  - ✓ Controlados por pistões hidráulicos e pneumáticos e
  - ✓ Controlados por microprocessadores.

- ✓ Não apresentam nenhum tipo de controle sobre a fase de balanço.
- ✓ Estabilidade na fase de apoio → controle muscular.
- ✓ Vantagens: simples, pouca manutenção, peso e custo.
- ✓ Desvantagens: instabilidade e choque mecânico ao final da extensão.

## Próteses: joelho com trava manual

- ✓ Joelho mantido bloqueado em extensão (padrão de marcha anormal).
- ✓ Sistema manual de desbloqueio.
- ✓ Extremamente seguros.
- ✓ Indicação: pacientes inseguros ou debilitados.
- ✓ Vantagens: custo, simplicidade, peso e extrema segurança.
- ✓ Desvantagens: marcha anormal, necessidade do destravamento manual ao se sentar.



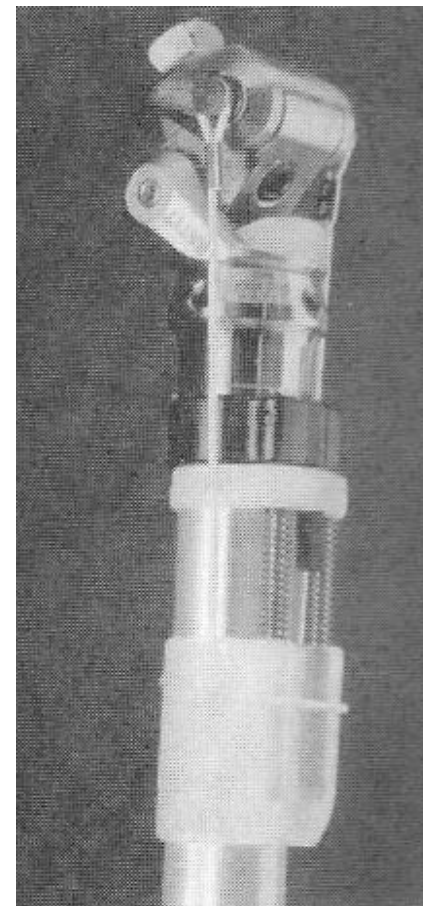


## Próteses: joelho trava com fricção

- ✓ Permite ajuste através da pressão no eixo de rotação.
- ✓ Controle na fase de balanço:  $\uparrow$  ou  $\downarrow$  a velocidade angular durante movimento de extensão do joelho.
- ✓ Estabilidade na fase de apoio  $\rightarrow$  controle muscular.
- ✓ Vantagens: simples, baixo custo, baixo peso e pouca manutenção.
- ✓ Desvantagens: pouco estável e velocidade da marcha restrita.



- ✓ Controle da fase de balanço → ajuste de impulso dando maior ou menor velocidade ao movimento de extensão.
- ✓ Indicação: pacientes inseguros e para déficit nos extensores do quadril.
- ✓ Desvantagens: retirada total do membro para realizar a flexão do joelho na fase de impulso (altera dinâmica da marcha).



## Próteses: joelho policêntrico

- ✓ Mais fisiológicos e com vantagens biomecânicas (translação e rotação do joelho).
- ✓ Apresentam centro de rotação instantâneo na intersecção das linhas traçadas sobre os eixos.
- ✓ Fase de apoio com grande estabilidade.
- ✓ Controle na fase de balanço: fricção, trava, sistema hidráulico ou pneumático.
- ✓ Indicados para pacientes com cotos longos.
- ✓ Mais pesados, mais caros.



## Próteses: joelho pneumáticos e hidráulicos

- ✓ Apresentam controle durante fase de balanço: marcha mais natural.
- ✓ Impedem flexão excessiva e extensão brusca.
- ✓ Controle da fase de apoio: alinhamento e pela ação muscular (extensores do quadril).
- ✓ Indicados para pacientes ativos, porém apresentam alto custo e manutenção.



## Próteses: joelho microprocessados

- ✓ Articulação de joelho hidráulica controlado por microprocessador.
- ✓ Sinais necessários para segurança são fornecidos por meio de sensores eletrônicos.
- ✓ Indicado para todos os tipos de pacientes, oferece máxima segurança.
- ✓ Custo alto.

<https://www.youtube.com/watch?v=WRNkivJUlz0&t=116s>

- ✓ A escolha do pé depende do tipo de prótese utilizada, do joelho, da atividade física e profissional, local de trabalho, moradia e nível de amputação.
- ✓ Classificação
  - ✓ Não articulados
  - ✓ Articulados
  - ✓ Multiaxiais
  - ✓ Resposta dinâmica

### Pés não articulados

- ✓ São conhecidos como pés SACH.
- ✓ Não apresenta movimento articular verdadeiro, sua estrutura flexível simula movimentos.



### Pés articulados

- ✓ Apresentam articulação monocêntrica que simula a articulação do tornozelo.
- ✓ Maior estabilidade (menos para amputação transtibial).
- ✓ Contribui para a absorção do choque no momento do contato inicial.
- ✓ Aumentam peso da prótese e manutenções.



### Pés multiaxiais

- ✓ Atua em múltiplos eixos.
- ✓ Acomoda as irregularidades do terreno em mais de 1 plano.
- ✓ Aumentam peso da prótese, manutenção e instabilidade.
- ✓ Podem ser utilizados para todos os tipos de amputações.

### Pés de resposta dinâmica

- ✓ Apresentam compressão axial elástica com grande absorção de energia, que é transferida para a fase de impulso.
- ✓ Utilizados em amputados ativos que necessitam de próteses de alta performance.

