

BIOMECÂNICA

Métodos de medição - dinamometria

Carlos Bolli Mota

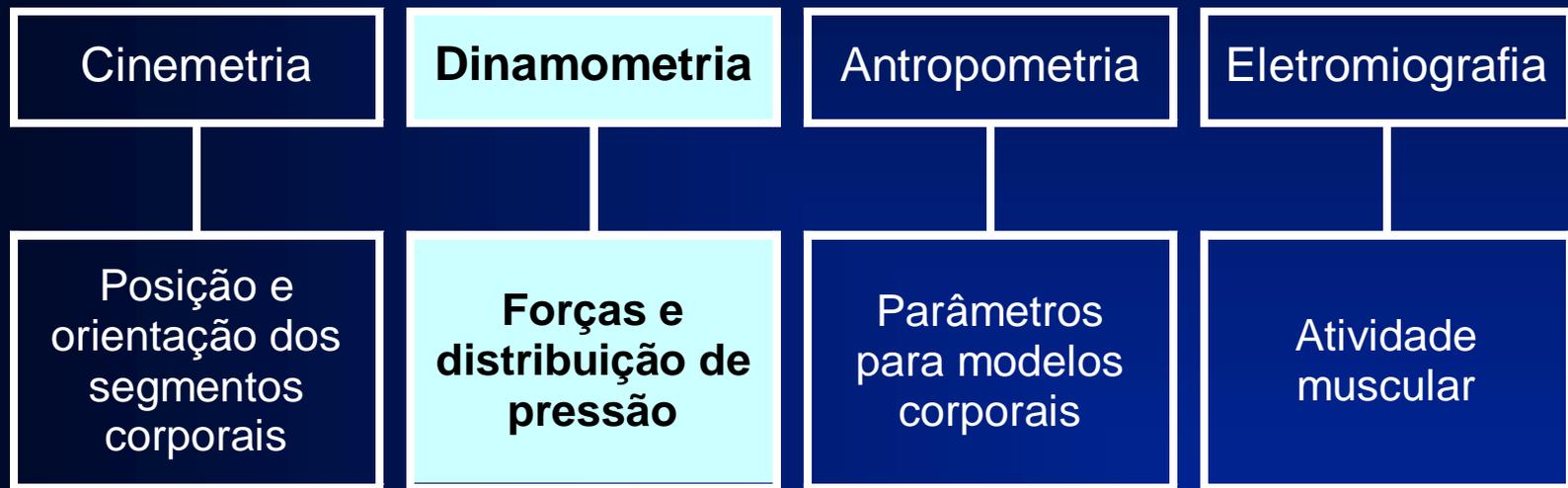
bollimota@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

Laboratório de Biomecânica



MÉTODOS DE MEDIÇÃO



DINAMOMETRIA

Do grego:

dina - força

métron - medição, medida

Literalmente:

medição da força

DINAMOMETRIA

Conjunto de métodos que para medir força e pressão, internas ou externas.

- Forças e pressões externas - mais fáceis de serem medidas - métodos não invasivos
- Forças e pressões internas - mais difíceis de serem medidas - métodos invasivos

DINAMOMETRIA

A dinamometria permite investigar as causas do movimento (forças).

Baseia-se na relação entre deformação de um transdutor e alguma grandeza elétrica resultante desta deformação.

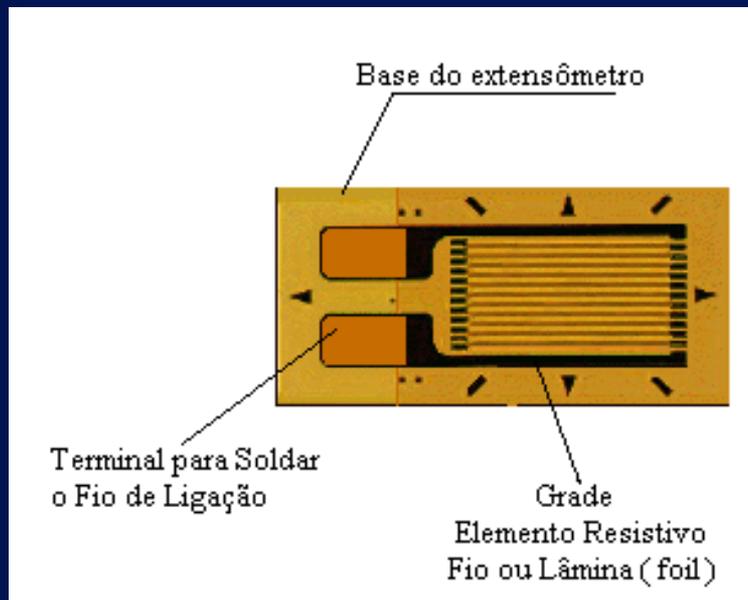
HISTÓRICO

- Etienne Jules Marey (1830 - 1904) - medidas de força e pressão
- Jules Amar (1879 - 1935) - plataforma de força pneumática tridimensional
- Wallace Fenn (1893 - 1971) - plataforma de força mecânica unidimensional
- Herbert Elftman (???? - ????) - plataforma de força mecânica tridimensional

TRANSDUTORES

- Piezoelétricos - deformação gera potencial elétrico
- Capacitivos - deformação muda a capacitância do transdutor, alterando a frequência de um oscilador
- Resistivos (*strain gages* ou extensômetros) - deformação muda a resistência do transdutor, alterando a corrente ou a tensão em um circuito *

Extensômetros



Extensômetros

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S^2}$$

2ª lei de Ohm

R - resistência do extensômetro

ρ - resistividade do material do extensômetro

L - comprimento do extensômetro

S - área da seção transversal do extensômetro

Extensômetros

$$I = \frac{V}{R}$$

1ª lei de Ohm

I - corrente no circuito

V - tensão aplicada no extensômetro

R - resistência do extensômetro

Extensômetros

- Mantendo-se constante a tensão aplicada no extensômetro, ao variar a resistência a corrente varia.
- Mantendo-se constante a corrente que circula no circuito, ao varia a resistência do extensômetro a tensão aplicada varia.

Extensômetros

força



deformação



mudança de propriedades elétricas



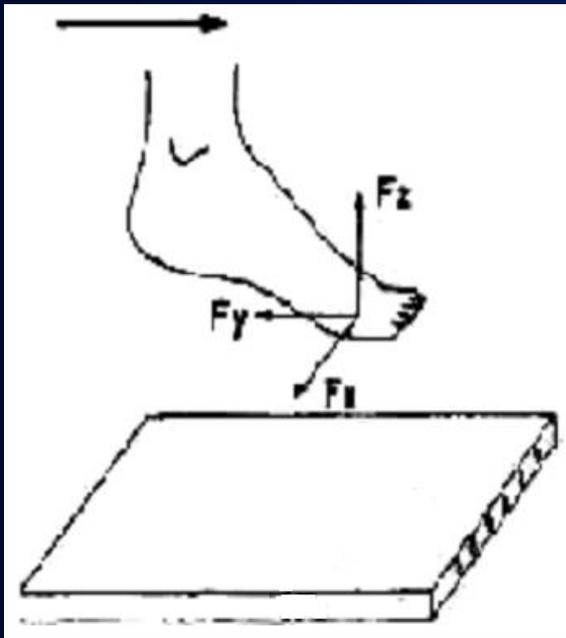
medida

Plataforma de força

Instrumento utilizado para medir a força de reação do solo (FRS)



Plataforma de força



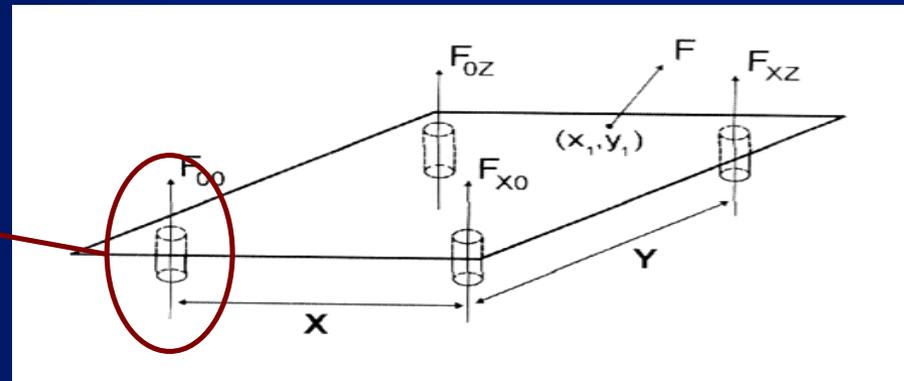
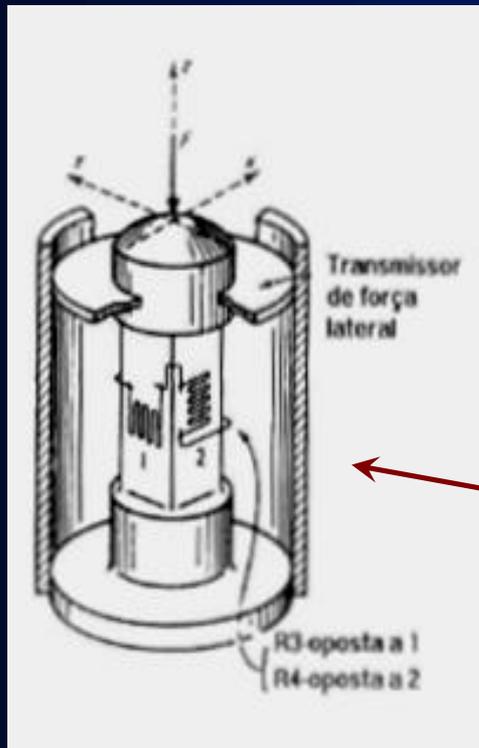
Força de reação do solo

F_z – vertical

F_x – médio-lateral

F_y – ântero-posterior

Plataforma de força - extensômetros



Plataforma de força - movimento

Distância entre as plataformas de força

Qual movimento???



Plataforma de força - movimento

Tempo de aquisição de dados

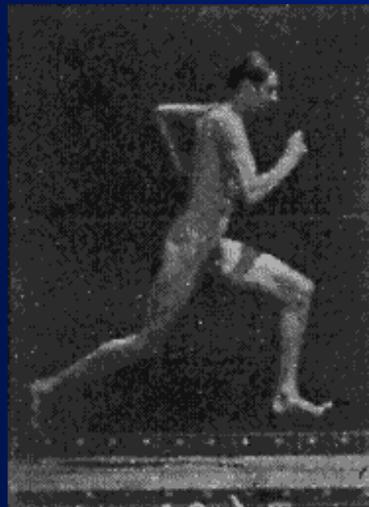
Qual movimento???



Plataforma de força - movimento

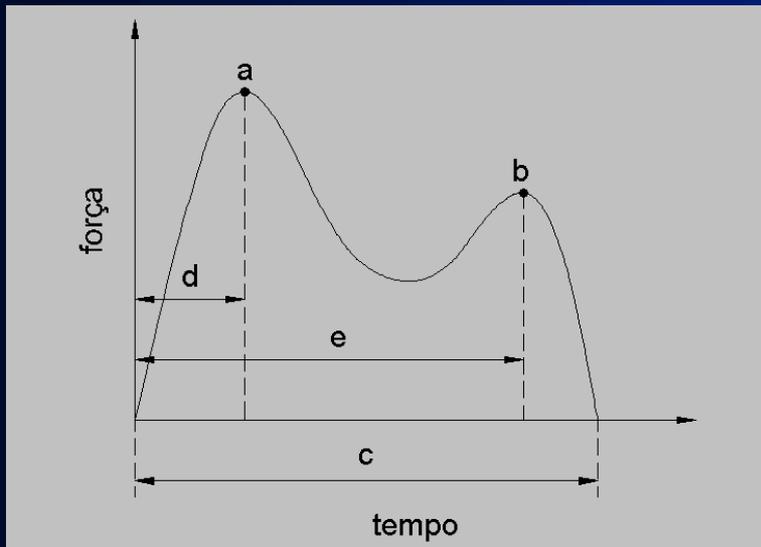
Freqüência de aquisição de dados

Qual movimento???



Plataforma de força - movimento

Avaliação cinética da marcha - Fz



- a - primeiro pico de força
- b - segundo pico de força
- c - tempo de apoio
- d - tempo do primeiro pico
- e - tempo do segundo pico

Plataforma de força - movimento

Avaliação cinética da marcha - Fz

Normalização dos valores de força

Geralmente divide-se o valor absoluto da FRS pelo peso corporal do sujeito avaliado, obtendo-se o valor em PC, o que permite comparações entre indivíduos.

Plataforma de força - equilíbrio

COP - centro de força

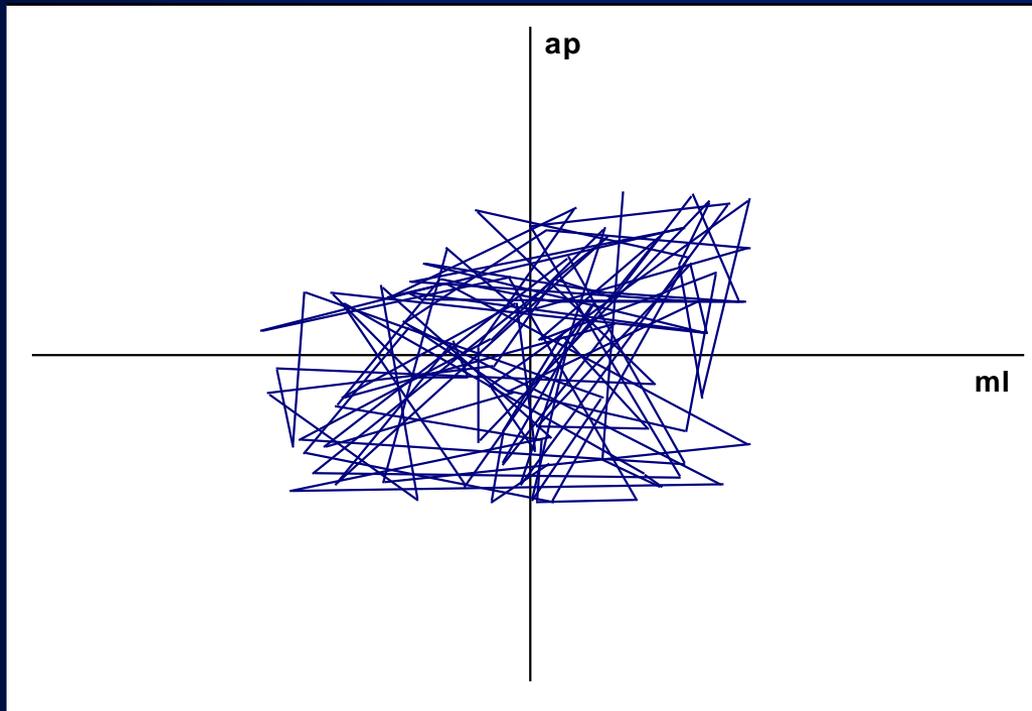
Ponto instantâneo de aplicação da força de
reação do solo

COPap - deslocamento ântero-posterior

COPml - deslocamento médio-lateral

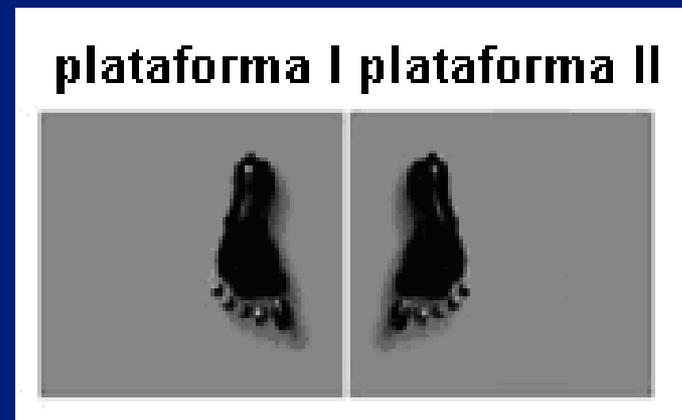
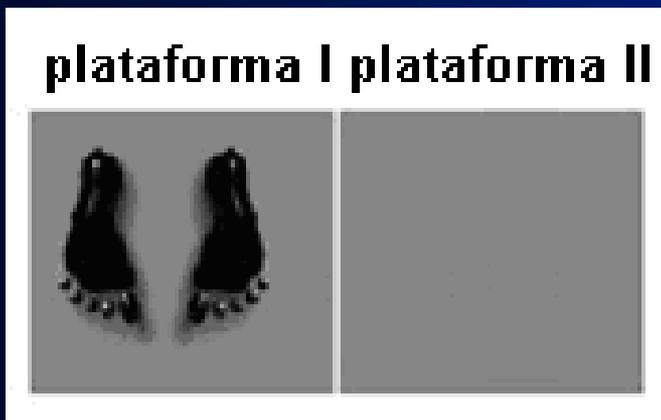
Plataforma de força - equilíbrio

COP - centro de força



Plataforma de força - equilíbrio

Distância entre as plataformas



Plataforma de força - equilíbrio

Tempo de aquisição de dados

Depende do protocolo utilizado

→ de 20 s a 2 min

Plataforma de força - equilíbrio

Freqüência de aquisição de dados

Componentes de freqüência abaixo de 10 Hz,
logo 20 Hz seria suficiente (teorema de Nqvist)

→ usa-se 100 Hz

Plataforma de força - equilíbrio

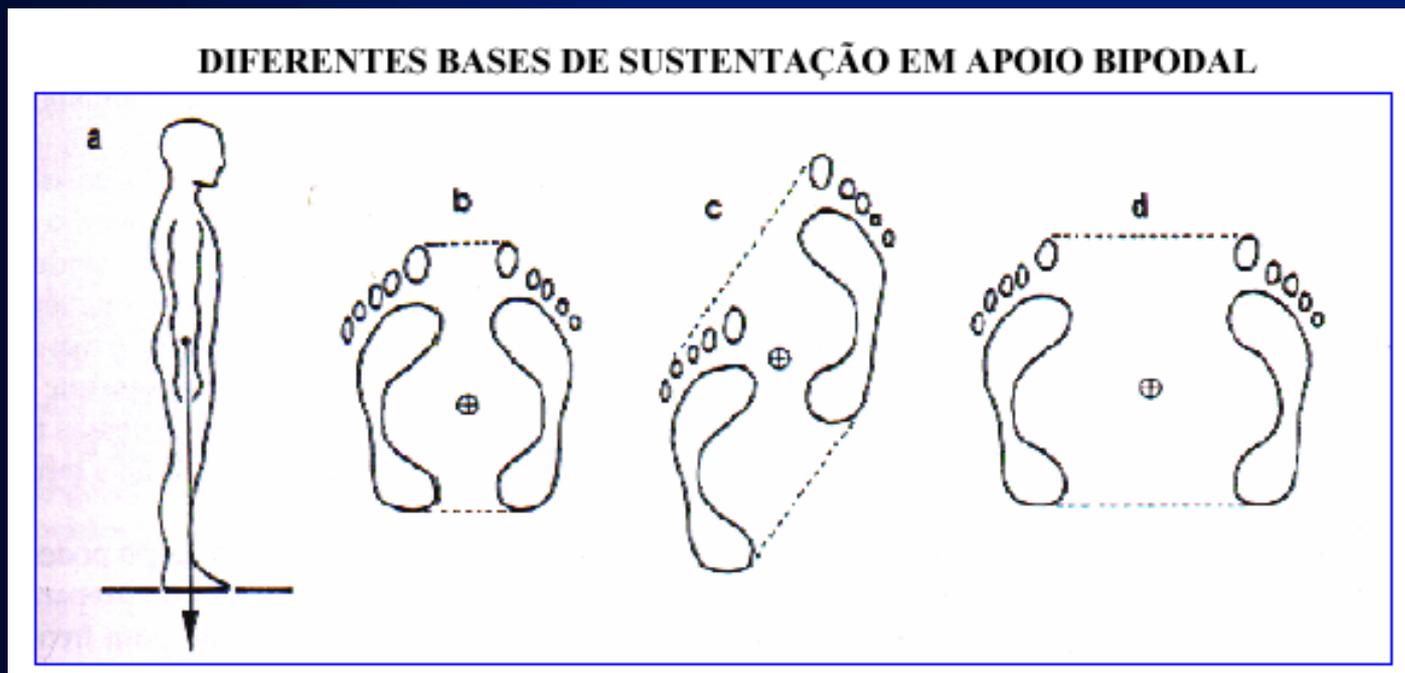
Condições de coleta

Olhos abertos ↔ Olhos fechados

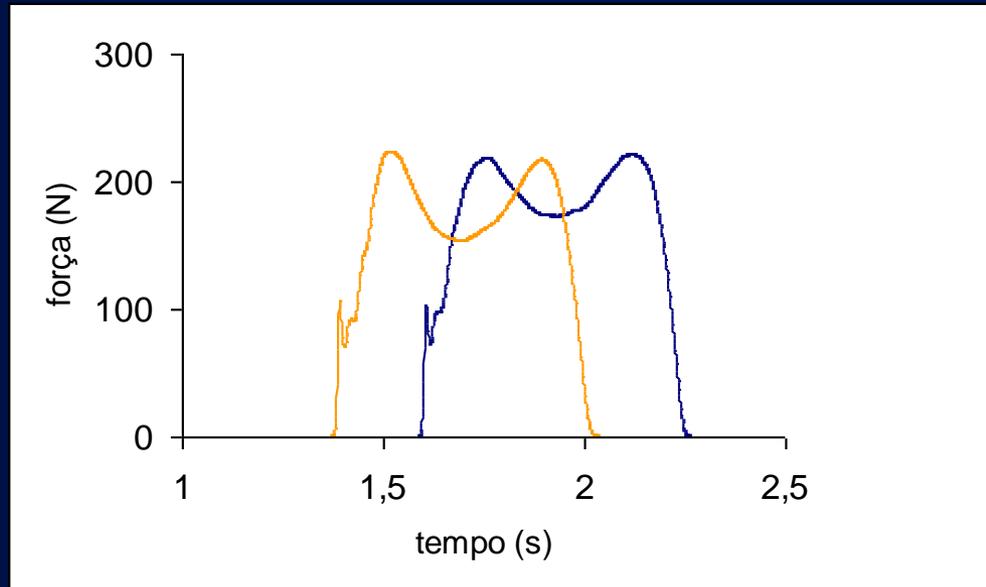
Perturbações

Plataforma de força - equilíbrio

Condições de coleta

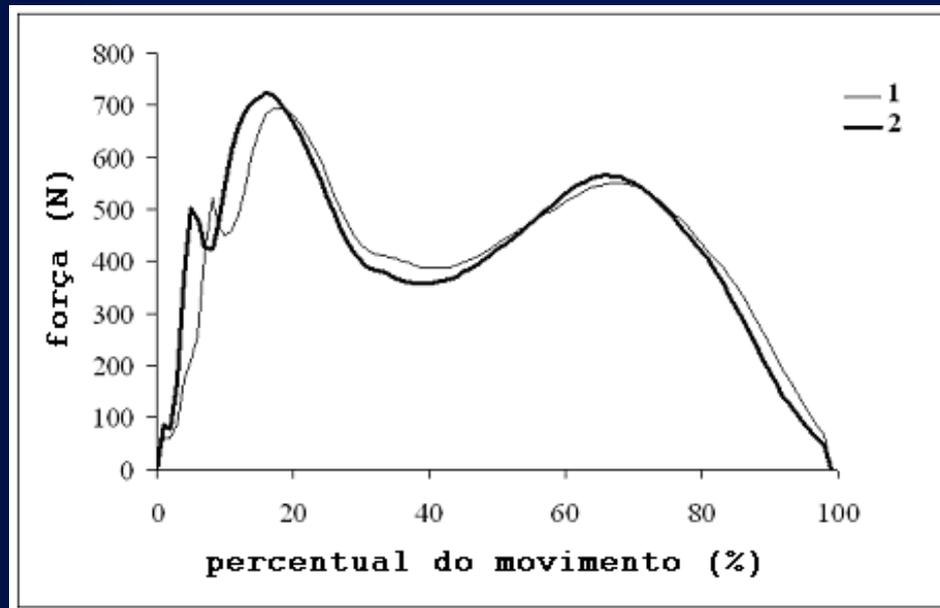


Exemplos



curvas típicas da FRS na marcha

Exemplos



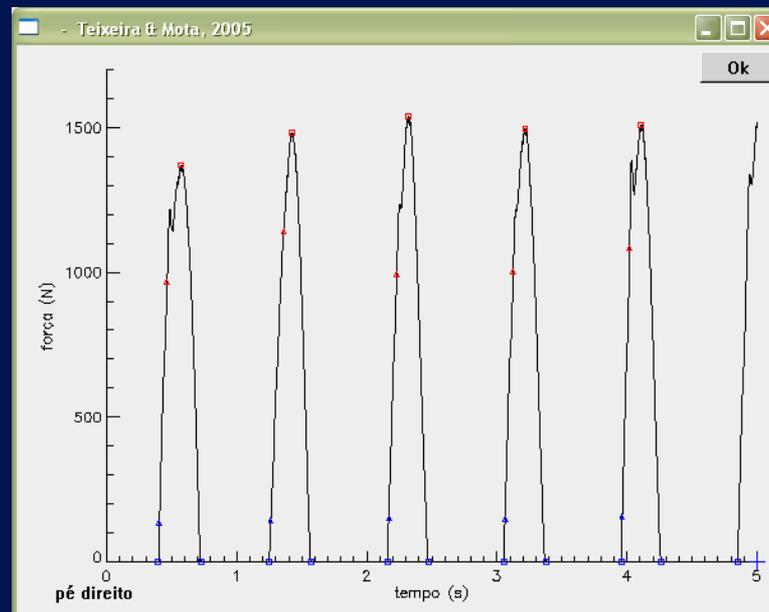
curvas da FRS na marcha - diplegia

Exemplos

indivíduos	1º pico Fz (PC)	autores
crianças	1,19 a 1,22	Pasa <i>et al.</i> (2005)
adultos	1,09 a 1,11	Pasa, Teixeira e Mota (2005)
idosos	1,3	Amadio e Serrão (1992)
idosos	1,07	Estrázulas <i>et al.</i> (2005)

valores de FRS na marcha

Exemplos



curvas da FRS em exercícios de hidroginástica

Exemplos

	olhos abertos		olhos fechados	
	X	S	X	S
COPap	1,12	0,15	1,13	0,29
COPml	1,05	0,34	1,07	0,24
DMap	0,20	0,05	0,20	0,05
DMml	0,19	0,07	0,20	0,07

valores em centímetros

avaliação do equilíbrio

Na UFSM - AMTI OR6-5

- Duas plataformas de força com capacidade de até 1000 kgf e frequência de aquisição de até 1000 Hz
- Hardware e software para a coleta e análise de dados
- Coleta e processamento dos dados relativamente rápida

Outras possibilidades para a medição de força



Kistler Gaitway

Outras possibilidades para a medição de força



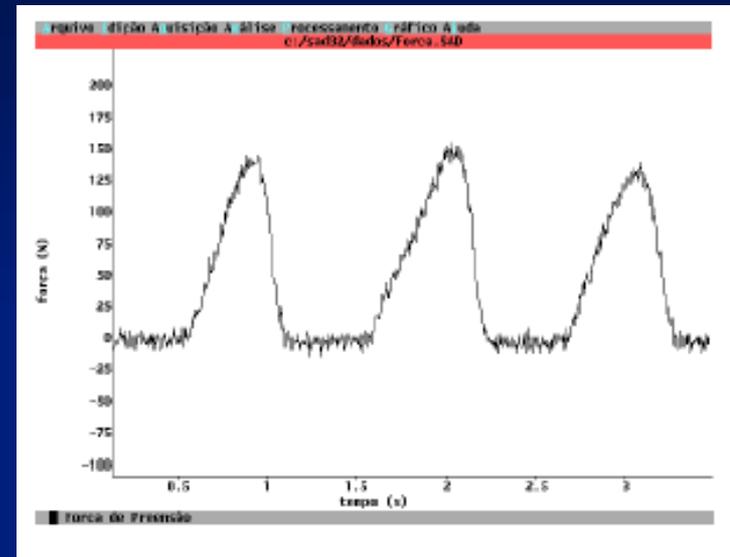
dinamômetro manual
força de preensão

Outras possibilidades para a medição de força



dinamômetro manual
força de prensão

Outras possibilidades para a medição de força



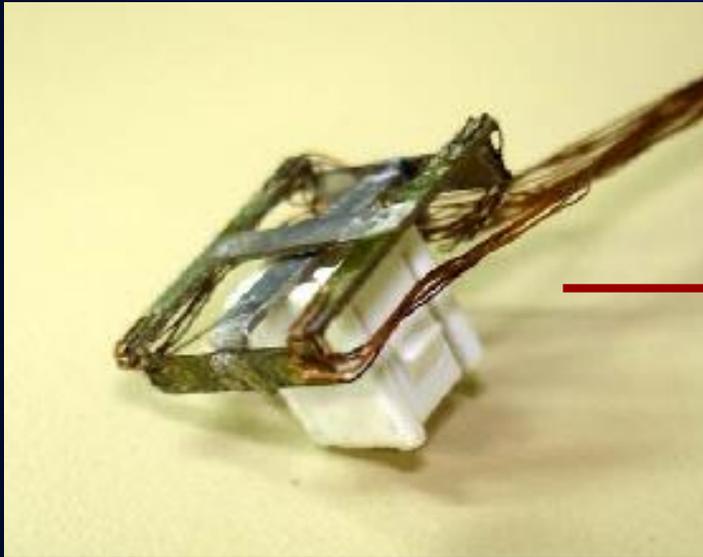
dinamômetro manual
força de preensão

Outras possibilidades para a medição de força



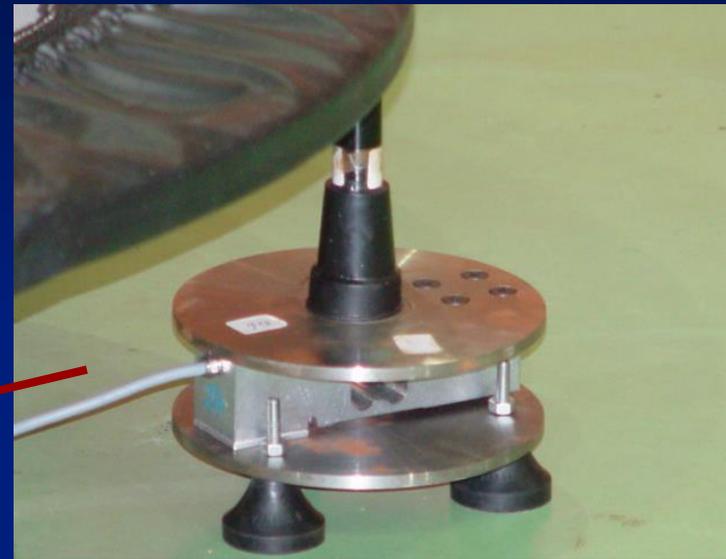
dinamômetro dorsal
força de tração

Outras possibilidades para a medição de força



tecla instrumentada

Outras possibilidades para a medição de força



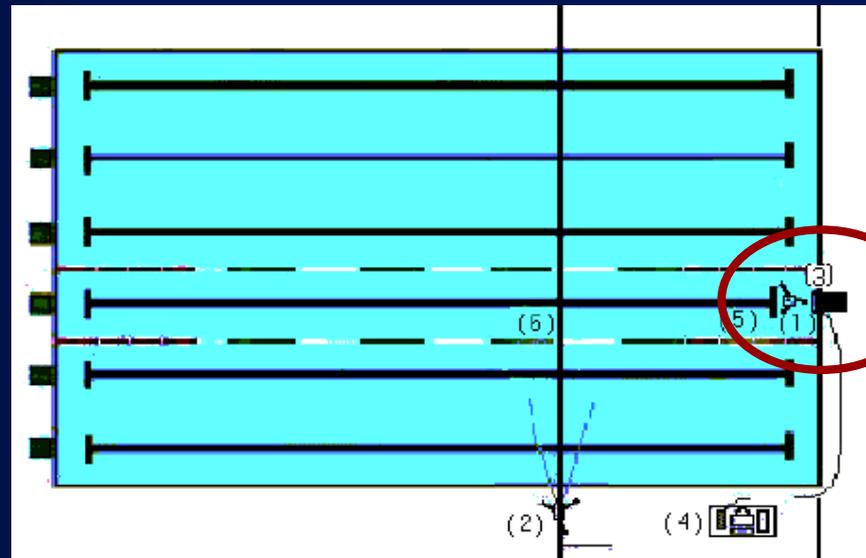
células de carga - *jumpfit*

Outras possibilidades para a medição de força



plataforma de força sub-aquática

Outras possibilidades para a medição de força



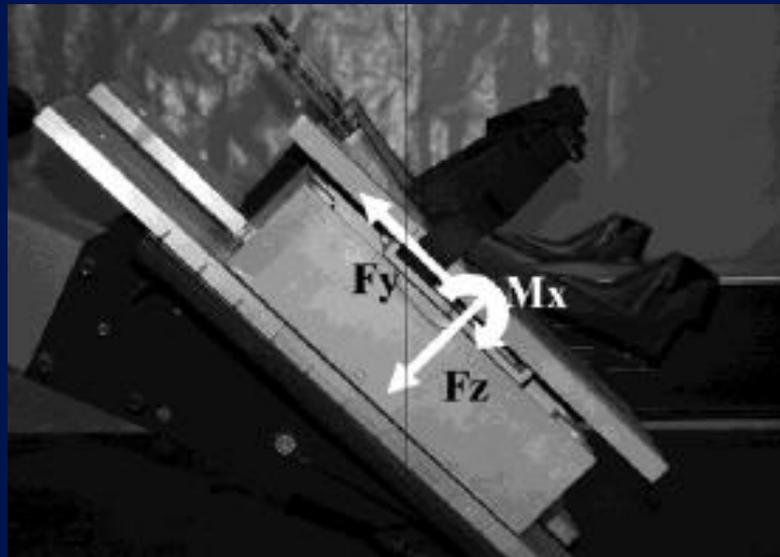
plataforma de força sub-aquática

Outras possibilidades para a medição de força



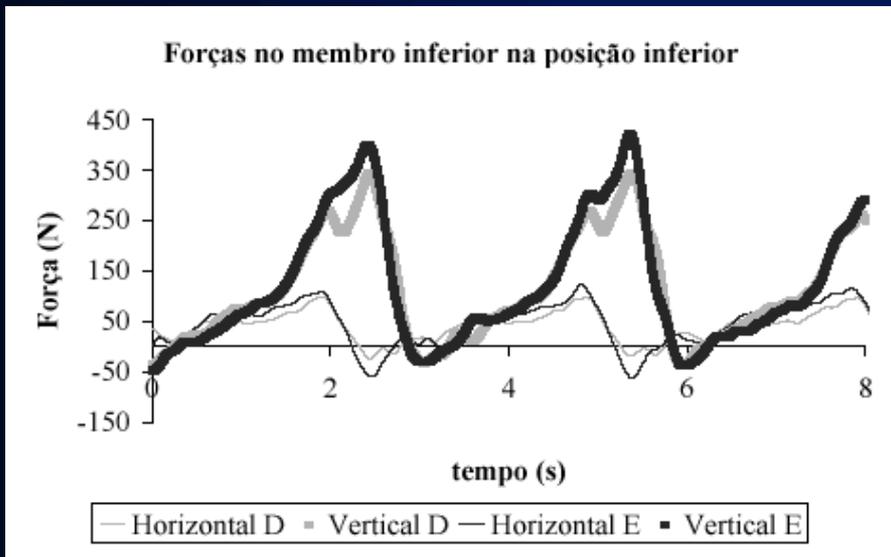
plataforma de força sub-aquática

Outras possibilidades para a medição de força

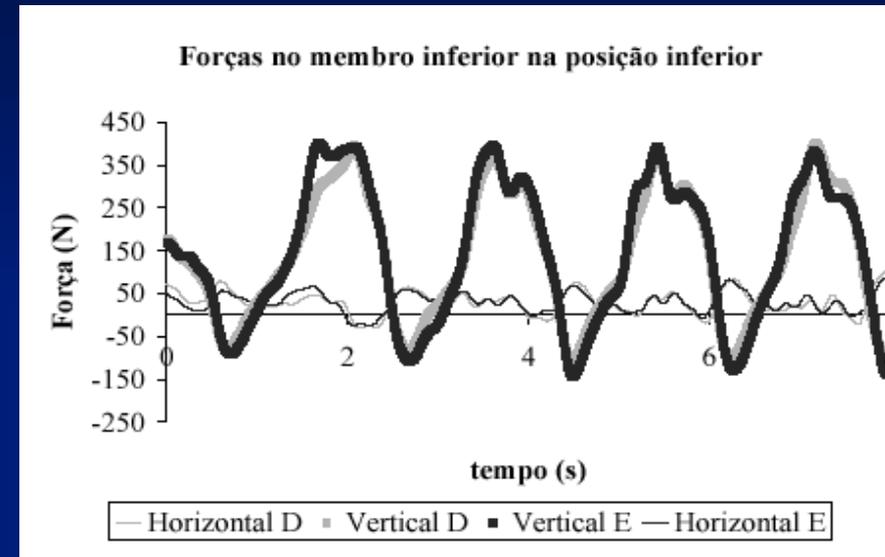


pedal instrumentado - remo ergômetro

Outras possibilidades para a medição de força



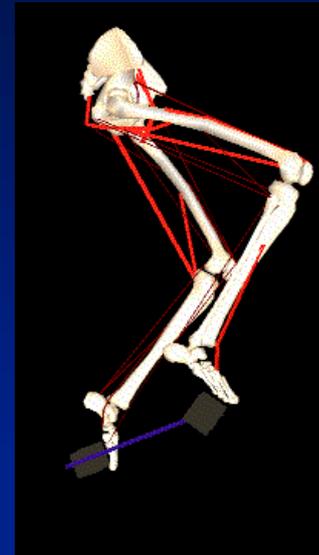
atleta



não atleta

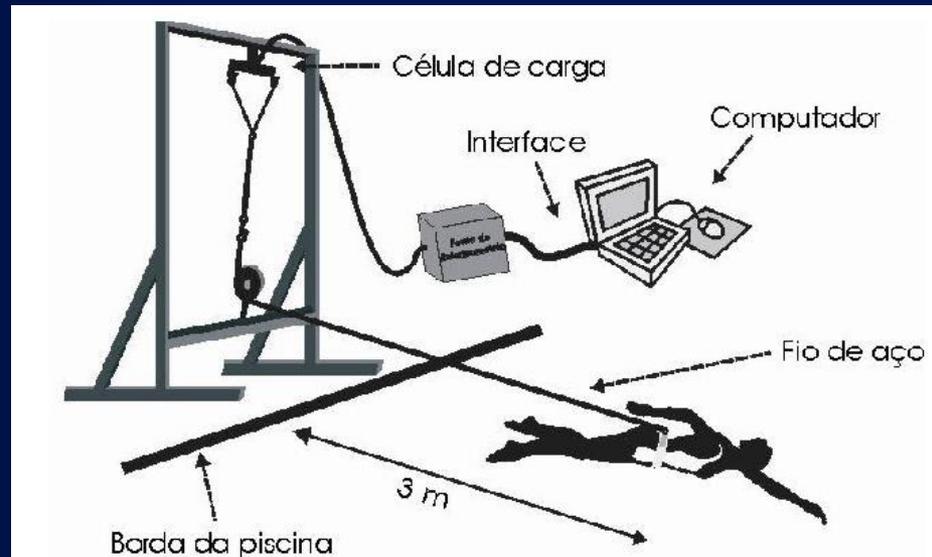
pedal instrumentado - remo ergômetro

Outras possibilidades para a medição de força



pedal instrumentado - ciclismo

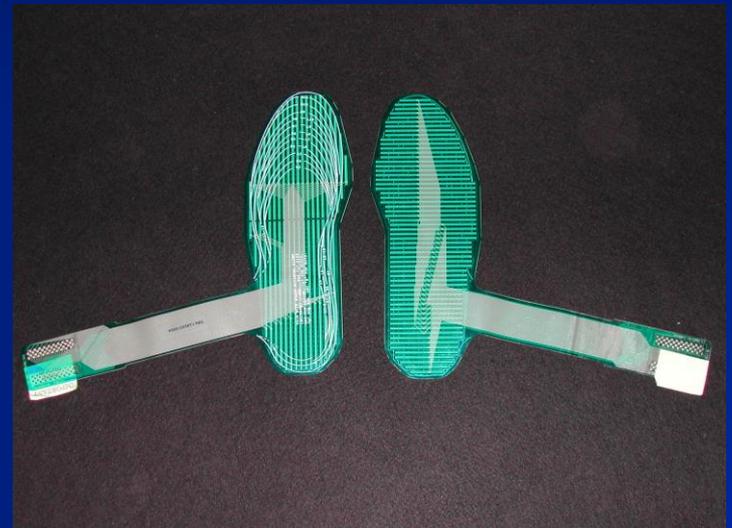
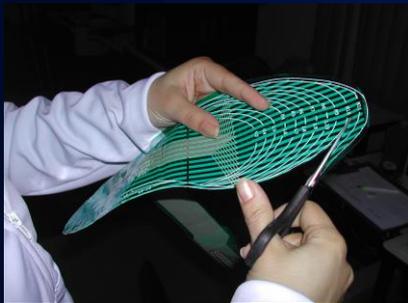
Outras possibilidades para a medição de força



nado atado - *tethered swimming*

Pressão

sistema F-Scan



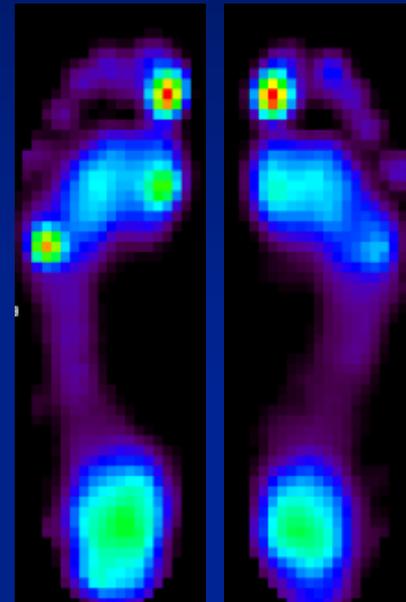
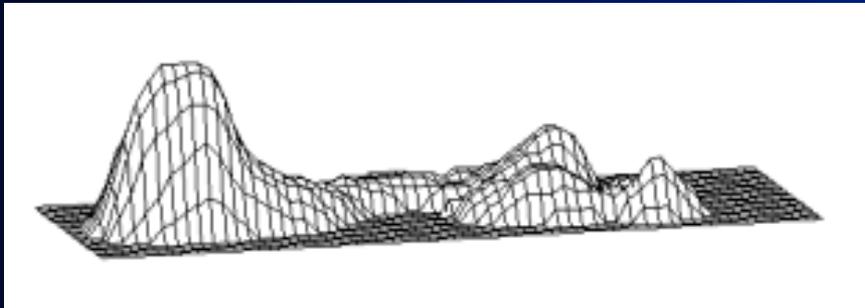
Pressão

sistema F-Scan



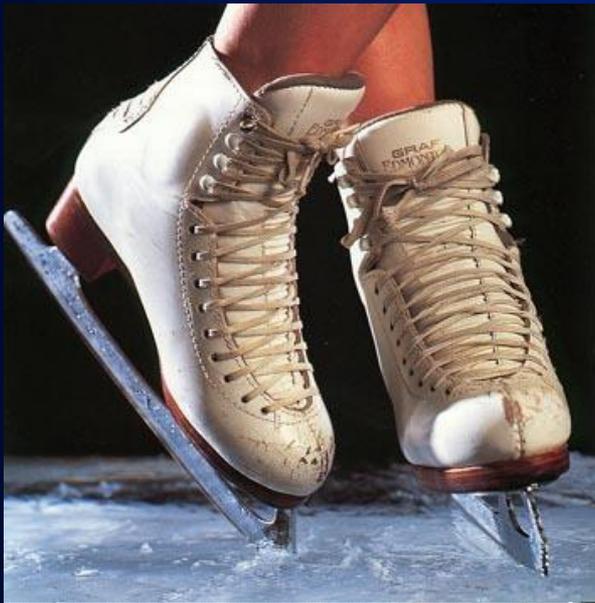
Pressão

sistema F-Scan



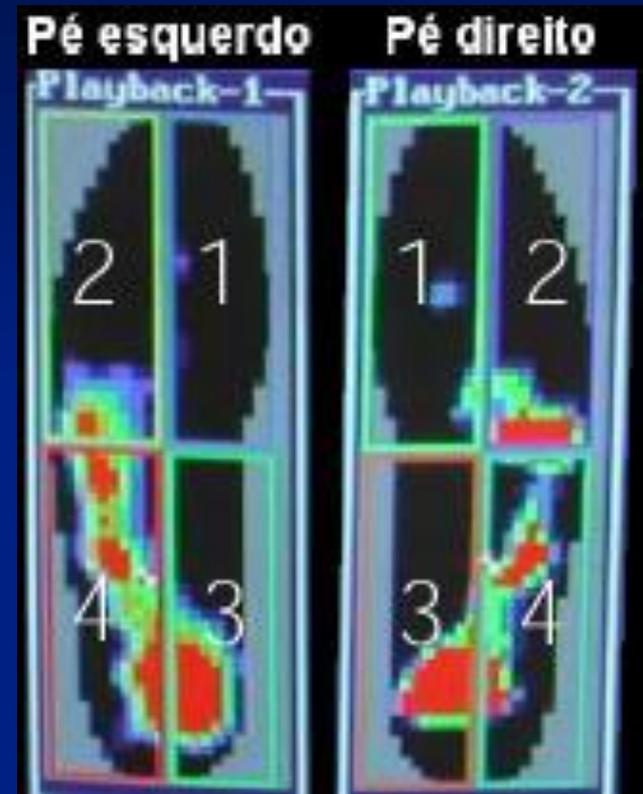
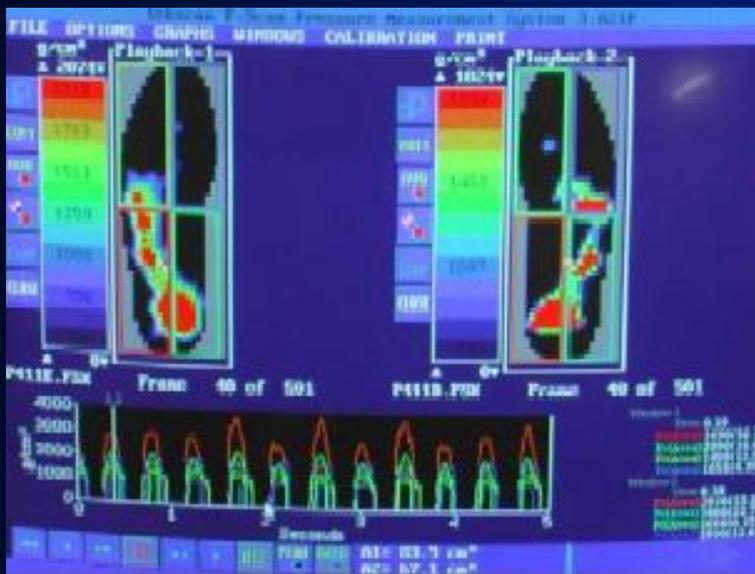
Pressão

sistema F-Scan



Análise da distribuição da pressão plantar em diferentes regiões do pé em movimentos do aero jump

Fischer et al (2005)



Análise comparativa entre os sistemas Pressure Stat e Fscan na avaliação da pressão plantar em diabéticos

de Sá et al (2005)

